



BAROFD

BARTIN ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ
BARTIN JOURNAL OF FACULTY OF FORESTRY

1997

Bartın Orman Fakültesi Dergisi
Journal of Bartın Faculty of Forestry
2022, 24 (2)



ISSN: 1302-0943

e-ISSN: 1308-5875

Period: Third times per year

Founded: 1999

Publisher: Bartın University

Bartın Orman Fakültesi Dergisi

Journal of Bartın Faculty of Forestry

Publisher and Editor's Office

Bartın University
Faculty of Forestry, 1st Floor, Agdaci District,
Center Campus, 74100 Bartın-Turkey. Tel:
+90(378) 223 5101, Fax: +90(378) 2235062
E-mail: bofdergi@bartin.edu.tr, bofdergi@gmail.com

Editor-in-Chief

Birsen DURKAYA, Prof.

Co-editor and Section Editors

Deniz Aydemir, Prof,
Rıfat Kurt, Assoc. Prof,
Sinan Kaptan, Asist. Prof,
Eser Sozen, Dr.
Erol İmren, Dr.
Pelin Keçecioglu Dađlı, Res. Asist,

Editorial Board

Abdullah İstek
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: aistek@bartin.edu.tr

Antonio Lanzotti
The University of Naples Federico II, Napoli,
Italy.
E-mail: antonio.lanzotti@unina.it

Aslı KORKUT
Namik Kemal University, Bartın, Turkey.
E-mail: aslikorkut@nku.edu.tr

Azize Toper Kaygın
Bartın University, Bartın, Turkey. E-mail:
atoperkaygin@bartin.edu.tr

Dalia Abbas
The University of Georgia, Athens, GA, USA.
E-mail: dabbas@uga.edu

Dick Sandberg
Lulea University of Technology, Skelleftea,
Sweden.
E-mail: dick.sandberg@ltu.se

Haldun Muderrisoglu
Duzce University, Duzce, Turkey.
E-mail: haldunm@duzce.edu.tr

Hideo Sakai
University of Tokyo, Tokyo, Japan.
E-mail: sakaih@fr.a.u-tokyo.ac.jp

Huseyin Sivrikaya
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: hsivrikaya@bartin.edu.tr

İsmet Dasdemir
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: idasdemir@bartin.edu.tr

Jerzy Smardzewski
Poznan University of Life Sciences, Poznan,
Poland.
E-mail: jsmardzewski@up.poznan.pl

Kevin Boston
Oregon State University, Corvallis, OR, USA.
E-mail: evin.boston@oregonstate.edu

Mehmet Sabaz
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: msabaz@bartin.edu.tr

Mir Mozaffar Fallahchai
Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
E-mail: Fallahchai@Liau.ac.ir

Nedim Saracoglu
Bartın University, Bartın, Turkey.
E-mail: nedimsaracoglu@bartin.edu.tr

Peter Niemz
ETH-Zurich, Zurich, Switzerland.
E-mail: niemzp@retired.ethz.ch

Surhay ALLAHVERDIEV
Moscow State Education University, Moscow,
Russia.
E-mail: surhay@mail.ru

Bartın Orman Fakültesi Dergisi (BAROFD) is a peer-reviewed journal that publishes twice a year (June and December) on both hardcover and online to this day from 2001. Original research and invited review papers in English and Turkish are accepted for publication in the BAROFD. The Manuscripts submitted in the BAROFD are reviewed by the reviewers, and the review process is completed in 30 days. According to the reviewers' comments, the submitted manuscripts are accepted or declined. Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. BAROFD is open access, and the BAROFD provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. All articles in this journal are available free of charge from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd>.

The BAROFD is abstracted and indexed by

Academic Journals Database	J-Gate: E-Journals Gateways
AGRIS-FAO: Food and Agriculture Organization	Journal Factor
AraştırMax	OAJI: Open Academic Journals Index
Bielefeld Academic Search Index	OCLC WorldCat
CAB Abstracts & Full Text	OpenAIRE
Clarivate Analytics	ResearchBIB: Academic Resource Index
Cosmos Impact Factor	ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources
CrossRef	Scientific Indexing Service
Directory of Open Access Journals	Scientific World Index
Directory of Research Journals Indexing	Scilit
DOI: Digital Object Identifier	Sobiad: Sosyal Bilimler Atıf Dizini
Eurasian Scientific Journal Index	TROVE: National Library of Australia
Euro Forest Portal	International Institute of Organized Research (I2OR)
Google Scholar	ZDB
TR Dizin-ULAKBİM	ASOS Index
National Library OF Australia	Directory for Medical Articles (ScopeMed)
Journal TOCS	
Index Copernicus	

Both the University of Bartın and the Faculty of Forestry do not accept responsibility for the statements made or for the opinions expressed in the Journal of the Bartın Faculty of Forestry (BOFD). The university makes no representation or warranty of any kind, concerning the accuracy, completeness, suitability, or utility of any information, apparatus, product, or processes discussed in this publication; therefore, it assumes no liability. Except for fair copying, no part of this publication may be produced, stored in a retrieval system in any form or by any means electronic, mechanical, etc., or otherwise without the prior written permission of the BOFD and without reference.

Bartın Üniversitesi ve Orman Fakültesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi (BOFD) yayınlarında varılan Sonuçlar veya fikirlerin sorumluluğunu taşımamaktadır. Üniversitenin, bu yayında ileri sürülen bilgi, alet, ürün ya da işlevlerin doğruluğu, bütünlüğü, uygunluğu ve kullanılabilirliği konusunda bir yüklenimi ve iddiası bulunmamaktadır. Bu sebeple herhangi bir nedenle sorumlu tutulamaz. Bu yayının herhangi bir kısmı, BOFD'nin yazılı izni olmadıkça kaynak gösterilmeden yayınlanamaz, bilgi saklama sistemine alınamaz veya elektronik, mekanik vb. sistemlerle çoğaltılamaz.

CONTENTS

Research Articles

Pages

- FP-Growth Algoritması Kullanılarak Tüketiciler ve Mobilya Kullanım Süresi
Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi 194 - 201
*Determining the Relationships Between Consumers and Furniture Use Time Using FP-Growth
Algorithm*
Eser SÖZEN, Timuçin BARDAK, Selahattin BARDAK
- Sedir Ağacının (*Cedrus libani*) Farklı Kısımlarından Üretilmiş Alçı Levhaların
Özellikleri. 2. Bölüm. Kimyasal ve Teknolojik Özellikler 202 - 210
*Properties of Gypsum Boards Made with Cedrus Tree (Cedrus libani) Components.
Part 2. Chemical and Technological Properties*
Halil Turgut ŞAHİN, Esen ÇAM
- Kazdağı Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. equi-trojani
(Asc-hers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Odununda Yükseltiyeye Bağlı
Morfolojik ve Anatomik Değişimler 211 - 219
*Altitude-Related Morphological and Anatomical Properties in Kazdağı Fir
(Abies nordmanniana (Stev.) subsp. equi-trojani (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Wood*
Eda Nur YILDIZ, Seray ÖZDEN KELEŞ
- Mermer Atıklarının Düz Presleme Yöntemiyle Üretilen Odun Plastik
Kompozitlerinde Değerlendirilmesi 220 - 227
Evaluation of Marble Waste in Wood Plastic Composites Produced by Flat Pressing Method
Sefa DURMAZ
- Ortaçağ Kaynaklarında İslam Dünyasındaki Orman ve Orman Ürünleri Hakkında
Verilen Malumatlara Dair 228 - 234
About the Information About Forest and Forest Products in the Islamic World in Medieval Sources
Tunay KARAKÖK, Selman KARAYILMAZLAR
- Eskişehir Kavuncu Göleti Ornitofaunası 235 - 246
Bird Fauna of Kavuncu Pond in Eskişehir
Emir ÖZAY, Nuri Kaan ÖZKAZANÇ
- Orman Yolu Projelendirilmesinde İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının
Değerlendirilmesi (Düzce Örneği) 247 - 257
Assessment of Unmanned Aerial Vehicle Use Opportunities in Forest Road Project (Düzce Sample)
Mustafa Görkem, CİRİTÇİOĞLU, Ender BUĞDAY
- Mobil LiDAR ile Orman Envanterlerinde Farklı Örnekleme Tasarımlarının Veri
Hassasiyeti ve İş Verimliliğine Etkisi: Rize Şenyuva Örneği 258 - 271
*The Effect of Sampling Design on Data Precision and Practicality in Mobile-LiDAR-based Forest
Inventories: Case Study from Rize Şenyuva*
Can VATANDAŞLAR, Mustafa ZEYBEK, Süleyman BORUCU
- Tüplü Toros Sediri Fidanlarında Morfolojik ve Fizyolojik Bazı Özellikler ile Fidan
Gelişim Evreleri (Çankırı Orman Fidanlığı) 272 - 288
*Morphological and Physiological Characteristics and Growth Stages of Containerized
Seedlings of Taurus Cedar (Çankırı Forest Nursery)*
Sezgin AYAN, Fatma ÇELEN, Bora İMAL

Research Articles

Pages

- Antalya-Gebiz Yöresi Kızılcım Meşcereleri için Uyumlu Gövde Hacmi ve Gövde Çapı Modelleri..... 289 - 303
Compatible Stem Volume and Stem Diameter Equations for Brutian Pine Stands in Antalya-Gebiz Region
Mustafa TURGUT, Ramazan OZÇELİK, Onur ALKAN
- İstanbul İli Emirgan Korusu'nda Belirlenen Kabuk ve Ambrosya Böcekleri ile Avcı Türler 304 - 314
The Bark and Ambrosia Beetles and Predatory Species Determined in Emirgan Grove of Istanbul Province
Gürsel ÇETİN, Pınar HEPHIZLI GÖKSEL, Kibar AK, Oğuzhan SARIKAYA
- Marmara Bölgesindeki Fıstık Çamı Ormanlarında Ağaç Bileşenlerine Ait Karbon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi 315 - 323
Determination of Carbon Concentration of Tree Components for Stone Pine Forests in the Marmara Region
Şükrü Teoman GÜNER, Bilge TUNÇKOL
- Türkiye'de Hızlı Büyüyen Türlerle Ait Spektral Kütüphane Kurulması: Kavak Türleri Çalışması 324 - 338
Development of Spectral Library for The Fast-Growing Species in Turkey: The Poplar Species Case
Ayhan ATEŞOĞLU, Taşkın KAVZOĞLU, İsmail ÇÖLKESEN, Şeyma ÖZLÜSOYLU, Hasan TONBUL, Elif Özlem YILMAZ, Muhammed Yusuf ÖZTÜRK
- Orman Ürünleri Sektöründe Risk Alma Davranışını Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi (TR42 Düzey 2 Bölgesi)..... 339 - 350
Investigation the Factors Affecting Risk-Taking Behavior in the Forest Products Sector (TR42 Level 2 Region)
Tarık GEDİK, Muhammet ÇİL, Derya SEVİM KORKUT, Mehmet Nurullah KURUTKAN
- Mobilya Sektörü Çalışanlarında İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma 351 - 364
A Study on the Investigation of Occupational Accidents and Occupational Diseases in Furniture Industry Employees
Ayşin AŞKIN, Ömer Faruk ÖZTÜRK
- İçme Suyu Havzalarında Kentleşme Baskısı: Büyükçekmece Gölü Havzası'nda Arazi Kullanım Değişiminin Zamansal Analizi 365 - 375
Temporal Analysis of Land Use Change and Urbanization Pressure on Fresh Water Producing Watersheds: Büyükçekmece Watershed Case
Betül UYGUR ERDOĞAN
- Çok Kriterli Karar Verme Tekniğiyle Doğal Gençleştirme Alanlarının Başarısının İncelenmesi..... 376 - 385
Investigation of the Success of Natural Regeneration Fields by Multi-Criteria Decision Making Technique
Erol İMREN, Halil Barış ÖZEL
- Çizim Stüdyoları İçin En Uygun Koltuk Seçimi: Bartın Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Örneği..... 386 - 393
The Most Suitable Office Chair Alternative For Drafting Studios: The Sample of Bartın University Landscape Architecture Department
Erol İMREN

Review Articles

Pages

Masa Tenisi Raket Tahtası Üretimi ve Özellikleri..... 394-404
Table Tennis Blade Production and Features
Avni YILDIZBAŞ, İsmail ÖZLÜSOYLU, Abdullah İSTEK

FP-Growth Algoritması Kullanılarak Tüketiciler ve Mobilya Kullanım Süresi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Eser SÖZEN^{1,*}, Timuçin BARDAK², Selahattin BARDAK³

¹Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

²Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Bartın, Türkiye

³Sinop Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sinop, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 06.12.2021

Kabul: 23.03.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Mobilyalar günlük hayat içinde çeşitli amaçlar için, farklı sürelerde tüm kültürlerde insanlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Mobilya ve insan etkileşimi birçok açıdan incelenmesi gereken önemli bir konudur. Hem tüketicilerin sağlığının korunması hem de satın alma davranışlarını tam olarak anlamak için mobilyaların kullanım süresi bilgisine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada anket yöntemi ile tüketicilerin demografik bilgileri ve farklı mobilyalar için kullanım süreleri belirlenmiştir. Elde edilen verilerden Frequent Pattern (FP)-Growth algoritması ile farklı mobilyaların kullanım süresi ve tüketicilerin arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en güçlü birliktelik, yemek yeme mobilyalarında en kısa süre geçirenlerin kilosunun yüksek ve erkek olması arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma mobilyalarında günlük 4 saat vakit geçirenlerin lisans mezunu erkek olması diğer bir birliktelik kuralıdır. Yine 18-25 yaş aralığındaki bireylerin yemek yeme mobilyalarında geçirdiği süreye ait birliktelik kuralına göre %69 doğruluk oranı ile 30 dakika olarak belirlenmiştir. Veri madenciliğine dayalı önerilen yöntem tüketiciler ve farklı mobilyalar için kullanım süresi arasındaki ilişkilerin etkili ve başarılı bir şekilde tespit edilebileceğini göstermektedir. Veri bilimi tüketici davranışlarını anlamak için karar vericilere yeni bakış açıları sunabilir. Bununla birlikte mobilya endüstrisinde kaliteyi artırmak için veri analizine dayalı yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler – FP-Growth, Mobilya, Tüketici, Süre, Veri

Determining the Relationships Between Consumers and Furniture Use Time Using FP-Growth Algorithm

¹Bartın University, Bartın Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, Bartın, Turkey

²Bartın University, Vocational School Furniture and Decoration Program, Bartın, Turkey

³Sinop University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Sinop, Turkey

Article History

Received: 06.12.2021


Accepted: 23.03.2022

Published: 15.08.2022


Research Article

Abstract – Furniture is widely used by people in all cultures at different times for various purposes in daily life. Furniture and human interaction is an important issue that needs to be examined in many ways. In order to protect the health of consumers and to fully understand their purchasing behavior, information about the life span of furniture is needed. In this study, demographic information of consumers and usage times for different furniture was determined by survey method. Using the Frequent Pattern (FP)-Growth algorithm from the data obtained, the relationship between the usage time of different furniture and the consumers was determined. As a result of the study, it was determined that the strongest association was between those who spent the shortest time on their furniture to eat, being overweight and male. It is another rule of association that those who spend 4 hours a day in work furniture are men with a bachelor's degree. Again, according to the rule of association, the time spent by individuals between the ages of 18-25 in dining furniture was determined as 30 minutes with an accuracy rate of 69%. The proposed method based on data mining shows that the relationships between consumers and the usage time for different furniture can be determined effectively and successfully. Data science can offer decision makers new perspectives to understand consumer behavior. However, there is a need for new studies based on data analysis to increase quality in the furniture industry.

Keywords – Frequent Pattern (FP)-Growth, Furniture, Consumer, Duration, Data

¹  esozen@bartin.edu.tr

²  timucinbardak@hotmail.com

³  selahattinbardak@hotmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Ev ve iş hayatımızın vazgeçilmez bir ürünü olan mobilya eşyaları, yaşama, dinlenme, ders çalışma, yemek yeme ve bazı eşyaları saklama işlerinde kolaylık ve rahatlık sağlayan ve farklı malzeme veya formlarda oluşturulmuş nesnelere (Serin vd., 2014; Akyüz vd., 2017). Geniş malzeme seçenekleri (ahşap, metal, plastik vb.) sayesinde birçok sektör ve kişiye hitap etme potansiyeline sahiptir. Mobilyalar sosyal ve kültürel ihtiyaçlara da hizmet etmekte ve insanların yaşam kalitelerini doğrudan etkilemektedir (Ersen, 2021). Üretim amacı ve kullanıcının özellikleri mobilyaların kullanım süreleri üzerinde etkili olmaktadır. Mobilyaların kullanım süreleri, tasarım, üretim, satış sonrası servis ve garanti işlemlerinde önemli rol oynamaktadır. Bu verilerin belirlenmesi ve anlamlı sonuçların çıkarılması gerek üretici gerekse müşterilere önemli bilgiler sağlamaktadır.

Mobilyaların değeri, fonksiyonellik, güvenilirlik, dayanıklılık ve emniyet gibi özellikler ile oluşmaktadır. Bu özelliklerin kombinasyonları ve ürüne yansıtılma seviyeleri kalite kavramını oluşturmaktadır. Kalite kavramı ise tüketici başta olmak üzere birçok etkene bağlıdır. Tüketici tercihleri üzerinde etkili olan yaş, cinsiyet, aile yapısı, eğitim meslek, vb. gibi sosyo-demografik özellikler, gelir seviyesi, genel ekonomik durum, vb. gibi ekonomik özellikler ve kültür, sosyal sınıf, güdüleme, algılama, tutum, kişilik, vb. gibi davranışsal özellikler kalite kavramında önemli yer tutmaktadır (Burdurlu vd., 2004). Tüketici durum ve davranışlarının incelenmesinde geleneksel yöntemlerin yanında veri ve bilgisayar destekli yazılımların kullanım artmıştır.

Akyüz vd. (2019) mobilya satın alırken (öncesi, sırası ve sonrasında) tüketicileri etkileyen faktörleri araştırmıştır. Mobilya satın alma ihtiyacı, mobilya satın almadan önce yapılan çalışmalar, satın alma zamanına ilişkin değerlendirmeler, marka ve kaliteye ilişkin değerlendirmeler gibi faktörlerde eşlerin birlikte karar verdikleri, form, renk, desen, tasarım gibi değerlendirmelerde karar vericiler kadın olduğu ve fiyat, nereden satın alınacağı ve satın alma konusundaki nihai karar gibi değerlendirmelerde karar vericilerin erkek olduğu belirlenmiştir. Çevik ve Yiğit (2011) konjoint analizi ile farklı tüketicilerin ofis mobilyaları tercihlerini araştırdığı çalışmaları, satın almayı etkileyen en önemli özelliğin “üründe kullanılan malzeme ve işçilik” en düşük öneme sahip özelliğin ise “ürün teslimat süresi” olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada Burdurlu vd., (2004) tüketicilerin ilk üç tercihlerinde sıralamanın fiyat, kalite ve kalite belgesi olarak oluştuğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada evli bireylerde fiyat, bekârlarda kalite, ilköğretim-lise mezunlarında fiyat, üniversite mezunlarında kalite faktörleri öncelikli etken olarak belirlenmiştir.

Veri madenciliği araştırmaları, büyük veri tabanlarından gizli, faydalı bilgileri keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bilimsel çalışmalarda veri madenciliğinden mobilya, enerji, sağlık ve insan davranışlarının araştırması gibi çok farklı alanlarda önemli bilgiler elde etmek için faydalanılmıştır (Avcı ve Bardak, 2018; Bardak vd., 2020; Chua vd., 2021; Zhang vd., 2021). Birliktelik analizleri veri madenciliğinin önemli alanlarından biri ve aktif olarak bilimsel disiplinlerde kullanılmaktadır. (Lee vd., 2015; Sato vd., 2019). Birliktelik analizlerinde temel amaç ilişkilendirme değildir. Piyasada var olan ürünler arasındaki ilişkileri kurmak buna bir örnek olarak gösterilebilir. İlişkilendirme modellemesinin tipik örnekleri, Pazar sepeti analizi ve çapraz satış programlarıdır. FP-Growth algoritması bilimsel çalışmalarda birliktelik analizi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ahmed ve Nath, 2021; Gadia ve Bhowmick, 2015). Günümüzde mobilya endüstrinde firmalar müşterileri doğru anlamayı daha çok istemektedir ve bunun sonucunda veri madenciliğine olan ilgi artmaktadır. Veri madenciliğine dayalı pazarlama ve üretim firmalarda verimi anlamlı derecede artırabilmektedir. Bunun sonucu olarak yüksek müşteri memnuniyeti ve karlılıkta iyileşmeler görülmektedir. Birliktelik analizleri müşterilerin davranışlarını anlamada karar vericilere yardımcı olmaktadır (Kaur ve Kang, 2016).

Bu çalışmada anket yöntemi ile tüketicilerin demografik bilgileri ve farklı mobilyalar için kullanım süreleri ilgili veriler toplanmıştır. Daha sonra birliktelik analizi ile tüketiciler ve farklı mobilyaların kullanım süreleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Verilerin Toplanması

Çalışmada farklı tür mobilyalar ve tüketici davranışları arasındaki ilişkileri bulmak için veri madenciliğinden faydalanılmış, ihtiyaç duyulan verileri elde etmek için anket yöntemi kullanılmıştır. Ankette toplam 7 soru sorulmuş, ilk üç soruda sırasıyla cinsiyet, kilo ve eğitim durumları hakkındaki veriler sorulmuştur. Diğer sorularda ise sırasıyla çalışma, oturma, uzanma ve yemek yeme mobilyalarının kullanım süreleri hakkındaki

veriler alınmıştır. Tablo 1’de farklı mobilya kullanım süreleri ve tüketicilerin demografik bilgileri arasındaki ilişkileri belirlemek için hazırlanan anket gösterilmiştir. Toplamda 493 kişiye anket uygulanmıştır.

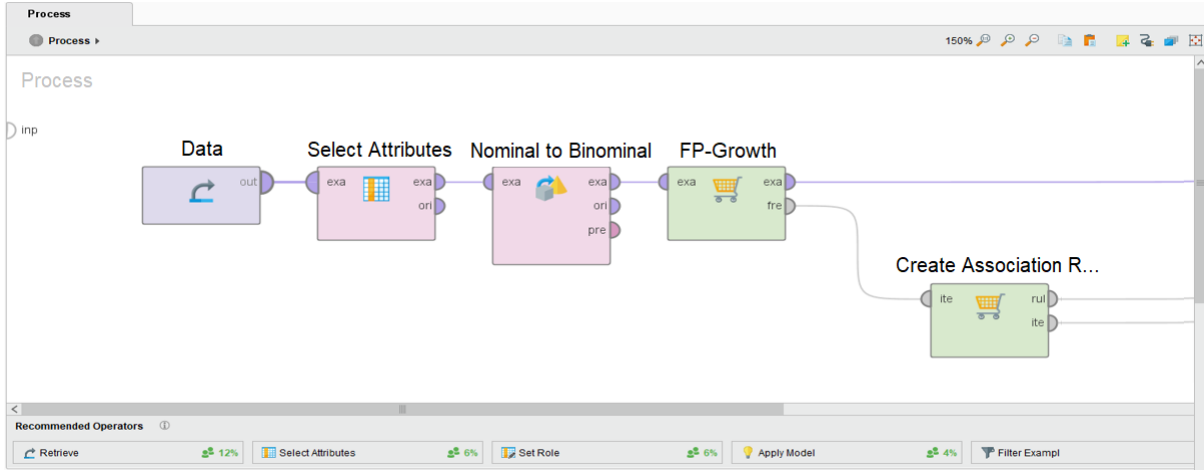
Tablo 1
Çalışma kapsamında uygulanan anket

1. Cinsiyet	5. Oturma mobilyalarında harcadığınız günlük saat (Örnek=sandalye, koltuk)
Kadın	30 dakika
Erkek	60 dakika
Yaşınız	90 dakika
18-25	120 dakika
26-35	180 dakika
36-45	240 dakika ve üzeri
45 ve üstü	
2. Kilonuz (Kilogram)	6. Uzanma mobilyalarında harcadığınız günlük saat (Örnek= kanepe)
40-50	30 dakika
51-60	60 dakika
61-70	90 dakika
71-80	120 dakika
81-90	180 dakika
91-100	240 dakika ve üzeri
101-110	
111 ve üzeri	
3. Eğitim durumunuz	7. Yemek yeme mobilyalarında harcadığınız günlük saat (Örnek= yemek masası)
İlköğretim	30 dakika
Lise	60 dakika
Lisans	90 dakika
Lisansüstü	120 dakika
	180 dakika
	240 dakika ve üzeri
4.Çalışma mobilyalarında harcadığınız günlük saat (Örnek= çalışma masası, çizim masası)	
30 dakika	
60 dakika	
90 dakika	
120 dakika	
180 dakika	
240 dakika ve üzeri	

2.2. Verilerin Analizi

FP-Growth Algoritması ile veriler analiz edilerek farklı mobilyaların kullanım süresi ve tüketiciler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu algorithmada sık görülen öge kümelerini keşfedilmektedir. Büyük veri kümelerinde

hızlı olması nedeniyle bilimsel çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. (Bagui vd., 2020). FP-Growth Algoritması 2000 yılında Jiawei Han tarafından geliştirilmiş ve sunulmuştur (Wang ve Cheng, 2018). Aynı zamanda algoritma veri madenciliği alanında birliktelik kuralları içinde yer almaktadır. Çalışmada analizler için rapidminer veri madenciliği platformu kullanılmıştır. Birçok bilimsel çalışmada farklı alanlarda rapidminer yazılımı verilerin analizi için tercih edilmiştir (Karayılmazlar vd., 2019; Ristoski vd., 2015; Silva vd., 2019). Bu yazılım operatörlerin uç uca eklenmesi ve bu sayede proseslerin hazırlanması ile kullanılmaktadır. Her prosesin farklı bir görevi bulunmaktadır. Şekil 1’de FP-Growth Algoritması ile farklı mobilyaların kullanım süresi ve tüketiciler arasındaki ilişkiler belirlemek için hazırlanan proses gösterilmiştir.



Şekil 1. FP-Growth Algoritması ile farklı mobilyaların kullanım süresi ve tüketiciler arasındaki ilişkiler belirlemek için hazırlanan proses

FP-Growth Algoritması ile hazırlanan proses sonucunda verilerden birliktelik kuralları elde edilmiştir. Kuralların doğruluğunun ölçülmesinde güven kriteri kullanılmıştır. Güven, bir x değişkeninin y değişkeni ile birlikte bulunma olasılığı olarak tanımlanabilir. Çalışma kapsamında *Birliktelik Kuralları* 'nın güvenilirliği %50'den az olan etkileşimler elenmiştir. Aynı zamanda benzer ve ilginç olmayan kurallara çalışmanın daha kolay anlaşılması açısından yer verilmemiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Tüketiciler ve farklı mobilya türleri arasındaki ilişkiler belirlemek amacıyla FP-Growth algoritması uygulanması sonucu elden edilen kurallar 3 farklı (0,70-0,96 / 0,60-0,69 ve 0,50-0,59) güven aralığında sunulmuştur. Güven aralığı 0,70-0,96 arasında olan maddeler Tablo 2’de gösterilmiştir.

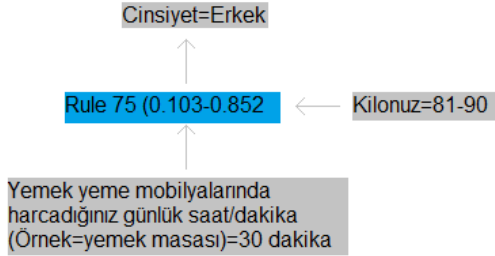
Tablo 2

FP-Growth algoritması uygulanması sonucu güven aralığı 0,70-0,96 arasında olan kurallar

Ana Maddeler	Sonuç	Güvenirlilik Oranı
Yemek yeme mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 30 dakika, Kilonuz = 81-90	Cinsiyet = Erkek	0,96
Eğitim durumunuz = Lisans, Çalışma mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 240 dakika ve üzeri	Cinsiyet = Erkek	0,80
Çalışma mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 240 dakika ve üzeri, Oturma mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 240 dakika ve üzeri	Cinsiyet = Erkek	0,76

Çalışmada FP-Growth algoritması yardımıyla elde edilen birliktelik kurallarında bazı ilginç sonuçlara rastlanmıştır. Bunlardan en yüksek güvenilirlik oranı (%96) ile yemek yeme mobilyalarında 30 dakika süre harcayan ve kilosu 81-90 kg arasında bulunanların erkek olmasıdır. Bu sonuç hızlı yemek yemeye ve kilo

alımı arasında bir birliktelik olduğunu göstermektedir. Literatürde hızlı yemek ve kilo alımı arasında ilişkilerin olduğunu belirten birçok çalışma mevcuttur. (Currie vd., 2010; Pereira vd., 2005) Bu bağlamda çalışma sonuçları literatür ile uyumludur. Bu kuralın görselleştirilmiş hali Şekil 2’de sunulmuştur. Verilerin görselleştirilmesi, çalışma sonuçlarının karşı tarafa aktarılması ve kalıcılığın artırılması açısından önemlidir. Rapidminer yazılımı bize bu imkânı sunmakta ve kuralların daha iyi anlaşılmasında yardımcı olmaktadır.



Şekil 2. Kuralın görselleştirilmiş hali

%80 güvenilirlik oranına sahip olan birliktelik kuralı ise lisans mezunu erkek öğrencilerin 4 saat veya daha fazla süreli olarak zamanlarını çalışma masalarında geçirdiğidir. Lisans okuyan öğrencilerin ders yoğunlukları, almış olabilecekleri eğitim veya kursların bu durumun oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan lisans eğitime sahip insanların genellikle masa başı işlerde çalışıyor olması da bu oranın oluşmasında etkili olmuş olabilir. %76 güvenilirlik oranına sahip birliktelik kuralında çalışma ve oturma mobilyalarında 4 saat ve üzeri zaman geçirenlerin cinsiyetinin erkek olduğu görülmüştür. Bu birliktelik kuralının bir önceki kural ile bağlantılı olduğu söylenebilir. Çünkü 4 saat ve üzeri vaktini çalışma mobilyalarında geçiren bireylerin buna bağlı olarak yorulmaları normaldir. Bu durumda vücudun dinlenme ihtiyacı ortaya çıkar ve oturma mobilyalarında geçen sürelerde de artışlar görülmesi olağandır. Tablo 3’te güven aralığı 0,70-0,96 arasında olan maddeler sunulmuştur.

Tablo 3

FP-Growth algoritması uygulanması sonucu güven aralığı 0,60-0,69 arasında olan kurallar

Ana Maddeler	Sonuç	Güvenirlik Oranı
Çalışma mobilyalarında harcadığımız günlük saat= 240 dakika ve üzeri, Eğitim durumunuz = Lisansüstü	Cinsiyet = Erkek	0,69
Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika, Yaşımız = 18-25	Eğitim durumunuz = Lisans	0,69
Uzanma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 240 dakika ve üzeri	Cinsiyet = Erkek	0,69
Oturma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 90 dakika	Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	0,68
Uzanma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 60 dakika	Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	0,67

Çalışma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	0,66
Oturma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 90 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,66
Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 60 dakika	Cinsiyet = Erkek	0,63
Yaşınız = 18-25	Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	0,63
Uzanma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 60 dakika	Cinsiyet = Kadın	0,60
Cinsiyet = Erkek, Çalışma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,60

Tablo 3'te verilen bilgiler doğrultusunda lisansüstü eğitim mezunu erkeklerin çalışma mobilyalarında geçirdiği 4 saat ve üzeri zaman kuralı %69 güvenilirlik oranına sahip olduğu görülmektedir. Lisans mezunlarında %80 olan bu oran lisansüstü eğitim seviyesinde düşmüştür. Erkeklerin günlük 1 saatini yemek yeme mobilyalarında geçirdiği kuralın güvenilirlik oranı %63 olarak belirlenmiştir. Kadınların 1 saatinin oturma mobilyalarında harcadığı kuralın güvenilirlik oranı ise %60 olarak tespit edilmiştir. Bir diğer ilginç sonuç %63 güvenilirlik ile 18-25 yaş aralığında olan bireylerin yemek yeme mobilyalarında 30 dakika geçirmesidir. Bu durumun gençlerin fast-food tarzı gıdalara olan ilgisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tablo 4'te güven aralığı 0,56-0,59 arasında olan kurallar gösterilmiştir.

Tablo 4

FP-Growth algoritması uygulanması sonucu güven aralığı 0,56-0,59 arasında olan kurallar

Ana Maddeler	Sonuç	Güvenirlik Oranı
Çalışma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	Cinsiyet = Erkek	0,59
Oturma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 240 dakika ve üzeri	Çalışma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 240 dakika ve üzeri	0,58
Oturma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 120 dakika	Cinsiyet = Erkek	0,58
Cinsiyet = Erkek, Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 60 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,58
Eğitim durumunuz = Lisans, Cinsiyet = Kadın	Yemek yeme mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 30 dakika	0,58
Uzanma mobilyalarında harcadığımız günlük saat = 120 dakika	Cinsiyet = Erkek	0,57

Uzanma mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 120 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,57
Yemek yeme mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 30 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,56
Oturma mobilyalarında harcadığınız günlük saat = 120 dakika	Eğitim durumunuz = Lisans	0,56

Tablo 4’te verilen güven aralıkları baz alındığında oturma mobilyalarında 240 dakika (4 saat) üzeri zaman geçirenlerin, çalışma mobilyalarında da 240 dakika ve üzeri zaman geçirdiği bilgisine ulaşılmıştır. Bu birliktelik kuralının güven aralığı %58 olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında %50’den daha düşük güven aralıkları çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmada sunulan en düşük güven aralığına sahip birliktelik kuralı, oturma mobilyalarında günlük 120 dakika geçirenlerin eğitim durumlarının lisans düzeyinde olduklarıdır. Çalışma sonuçları, tüketicilerin davranışlarını anlamak için veri madenciliğinin etkili olduğunu göstermektedir. Veri miktarının artırılması doğruluk oranlarında da artışa neden olacağı için verilerin geniş ve işlenebilir nitelikte (görsel, nicel, nitel vb.) olması önemlidir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada anket yöntemi ile tüketicilerin demografik bilgileri ve farklı mobilyalar için kullanım sürelerine ait bilgiler toplanmıştır. Daha sonra bu veriler ile veri madenciliğinin çalışma alanlarından biri olan birliktelik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucu elde edilen birliktelik kuralları, tüketicilerin mobilya kullanım süresi üzerine davranışlarını anlamak için yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, en güçlü birliktelik kuralı 30 dakika ile yemek yeme mobilyalarında en kısa süre geçiren kişilerin 81-90 kg aralığında olan erkekler olduğu bulgusudur. Bu durum hızlı yemek yeme ve yüksek kilo arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda çalışma ile FP-Growth algoritmasının farklı mobilya türleri ve tüketici davranışları arasındaki ilişkilerin bulunması için kullanılabileceği görülmüştür. Bu bağlamda veri madenciliğinden mobilya üretimi ve pazarlama alanlarında tüketicileri daha iyi anlamak için kullanılması önerilmektedir. Bununla birlikte mobilya üzerine özgün veri madenciliği çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Ahmed, S. A., Nath, B. (2021). Identification of adverse disease agents and risk analysis using frequent pattern mining, *Information Sciences*, 576, 609–641.
- Akyüz, İ., Akyüz, K. C., Ersen, N., Beker, M. (2017). A Research on the customer relationship management in the furniture and other forest products business (Istanbul provincial sample). *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1), 88-98.
- Akyüz, İ., Ersen, N., Akyüz, K. C., Bayram, B. Ç. (2019). A research on the effects of demographic and socio-economic status factors on consumer preferences in furniture purchase (case of Black Sea Region), *Wood Industry Engineering*, 1(2), 63-76.
- Avcı, Ö., Bardak, T. (2018). Halkla İlişkiler Kapsamında Bartın Tarihi Galla (Kadınlar) Pazarı Satıcılarının Mutluluğunun Veri Madenciliğine Dayalı Analizi, in: *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi 2018 Bildiriler Kitabı*, Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, Kocaeli/Türkiye, 137–144.
- Bagui, S., Devulapalli, K., Coffey, J. (2020). A heuristic approach for load balancing the FP-growth algorithm on MapReduce, *Array*, 7, 100035.
- Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Bardak, S. (2020). Data Mining Based Analysis of Traditional Store and Virtual Store Preference in the Purchase of Furniture, in: *6th International Conference on Science Culture and Sport*, 645–652.

- Burdurlu, E., İlçe, A. Ç., Ciritoğlu, H. H. (2004). Mobilya ürün özellikleri ile ilgili tüketicilerin tercih öncelikleri. *HÜ Sosyolojik Araştırmalar e-Dergisi*.
- Chua, S. J., Wrigley, S., Hair, C., Sahathevan, R. (2021). Prediction of delirium using data mining: A systematic review, *Journal of Clinical Neuroscience*, 91, 288–298.
- Currie, J., DellaVigna, S., Moretti, E., Pathania, V. (2010). The Effect of Fast Food Restaurants on Obesity and Weight Gain, *American Economic Journal: Economic Policy*, 2(3), 32–63.
- Çevik, O., Yiğit, A. M. (2011). Konjoint analizi ile ofis mobilyası tüketicilerinin tercihlerinin belirlenmesi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 105-110.
- Ersen, N. (2021). Analysis of furniture products' contribution to Turkey's economy with a hybrid multi-criteria decision making method, *BioResources*, 16(1), 339-354.
- Gadia, K., Bhowmick, K. (2015). Parallel Text Mining in Multicore Systems Using FP-tree Algorithm, *Procedia Computer Science*, 45, 111–117.
- Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A. S., Çabuk, Y., Kurt, R., İmren, E. (2019). Determining the orientation in choosing furniture based on social media based on data mining algorithms: Twitter example, *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 2019(4), 447–457.
- Kaur, M., Kang, S. (2016). Market Basket Analysis: Identify the Changing Trends of Market Data Using Association Rule Mining, *Procedia Computer Science*, 85, 78–85.
- Lee, G., Yun, U., Ryang, H. (2015). An uncertainty-based approach: Frequent itemset mining from uncertain data with different item importance, *Knowledge-Based Systems*, 90, 239–256.
- Pereira, M. A., Kartashov, A. I., Ebbeling, C. B., Van Horn, L., Slattery, M. L., Jacobs, D. R., Ludwig, D. S. (2005). Fast-food habits, weight gain, and insulin resistance (the CARDIA study): 15-year prospective analysis, *The Lancet*, 365(9453), 36–42
- Ristoski, P., Bizer, C., Paulheim, H. (2015). Mining the Web of Linked Data with RapidMiner, *Journal of Web Semantics*, Elsevier, 35, 142–151
- Sato, Y., Izui, K., Yamada, T., Nishiwaki, S. (2019). Data mining based on clustering and association rule analysis for knowledge discovery in multiobjective topology optimization, *Expert Systems with Applications*, 119, 247–261.
- Serin, H., Durgun, M., Şahin, Y. (2014). Furniture sector of Turkey, *European Journal of Research on Education*, 2(Special Issue 6), 147-151
- Silva, J., Hernandez, L., Crissien, T., Pineda Lezama, O. B., Romero, J. (2019). Big Data Application for Selecting Theses Topics, *Procedia Computer Science*, 160, 538–542.
- Wang, J., Cheng, Z. (2018). FP-Growth based Regular Behaviors Auditing in Electric Management Information System, *Procedia Computer Science*, 139, 275–279.
- Zhang, C., Zhao, Y., Li, T., Zhang, X., Adnoui, M. (2021). Generic visual data mining-based framework for revealing abnormal operation patterns in building energy systems,” *Automation in Construction*, 125, 103624.

Properties of Gypsum Boards Made with Cedrus Tree (*Cedrus libani*) Components. Part 2. Chemical and Technological Properties

Halil Turgut Şahin^{*1}, Esen Çam¹

¹Department of Forest Products Engineering, Forestry Faculty, Isparta University of Applied Sciences, Isparta Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 04.02.2022

Kabul: 23.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Abstract – In this study, the variation of cedrus tree parts and gypsum during experimental panel manufacturing have been evaluated. The burning pattern on the surface of all test boards produced by adding cedrus's tree components (wood, bark, cone and needle) as reinforcement fillers to the gypsum structure did not reach the threshold limit of 150 mm that specified in the standard value as ISO 11925-2 standard but only limited spreading of char was observed. It was also found that cone looks like create better barrier against heat compare to needle, wood and bark in similar proportions with gypsum. In contrary, although bark could be absorbed and barrier to heat better than others but it may not support flammability that are not support to mass lost when subject to burning. Some chemical changes occurred in main constituents of lignocellulosic substances in water/gypsum mixture as evidence with FTIR spectrums. It has also realized that bark (SKa₆), cone (Sko₆), and needle (SI₆) in gypsum negative impact on thermal degradation that higher temperature for decomposition compare to wood-based board (Ska₁) at similar experimental manufacturing conditions. It has clearly seen that content of fillers dramatically effects thermal stability of gypsum based boards.

Keywords – Gypsum board, FTIR, thermal stability, burning properties

Sedir Ağacının (*Cedrus libani*) Farklı Kısımlarından Üretilmiş Alçı Levhaların Özellikleri. 2. Bölüm. Kimyasal ve Teknolojik Özellikler

¹Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta Türkiye

Article History

Received: 04.02.2022


Accepted: 23.06.2022


Published: 15.08.2022

Research Article

Öz-Bu çalışmada, sedir ağacının değişik kısımları ile alçı karışımından elde edilen deneysel levhalar üretilmiştir. Yanma deneylerinde, bütün sedir ağaç kısımların (odun, kozalak, kabuk, ibre) alçı yapısına ilave edilmesiyle üretilmiş deneysel panellerin yüzey yanma durumları, as ISO 11925-2 standardına göre 150 mm lik seviyeye ulaşmamış, sadece sınırlı bir yüzey yanma yayılımı gözlemlenmiştir. Ayrıca sedir kozalağı diğer ibre, odun ve kabuk karışımından üretilen alçı esaslı levhalara göre daha fazla engel oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu duruma karşı olarak ise, kabuk daha fazla ısıyı absorpladığı ve daha iyi engel oluşturduğu gözlemlenmekle birlikte, yanma esnasında kütle kaybı üzerine olumlu etkisi gözlemlenememiştir. Lignoselülozik maddelerin (odun, kabuk, ibre, kozalak) su/alçı karışımı içerisinde bazı kimyasal değişimlere uğradığı FTIR analizleri ile gözlemlenmiştir. Benzer koşullarda üretilen kabuk (SKa₆), kozalak (Sko₆) ve ibre (SI₆) ilavesinin alçı esaslı levhaların termal bozulması üzerine, odun esaslı levhalar göre (Ska₁) negatif etki ettiği belirlenmiştir. Çalışmada alçı yapısına ilave edilen katkı maddelerinin alçı esaslı levhaların termal dayanım özellikleri üzerine etki ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Alçı levha, FTIR, termal dayanım, yanma özelliği

¹  halilsahin@isparta.edu.tr

²  esencam3232@outlook.com

*Corresponding Author / Sorumlu Yazar

1. Introduction

Due to population growth and expanding rural areas, there is a need to develop a cost-effective and sustainable materials to utilize for building assemblies. However, the gypsum has been utilized as construction and ornamental materials throughout human beings. It is chemically known as *calcium sulfate dihydrate* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) which are obtained through mining. The paper-faced gypsum boards, is a well-known low-cost material and frequently used to finish interior wall and ceiling surfaces, have been widely used since the 1950s. (Cam, 2019; Shiroma et al. 2016; Van Elten, 1996). They are often called *drywall*, *wallboard*, or *plasterboard* (Van Elten, 1996; Youngquist, 1999).

However, one of the main drawbacks of gypsum board as a building material is its heaviness and brittleness. Hence, it does not have strong impact resistance for many applications. This drawback could be overcome by combining with various type natural fibers (wood, seconder fibers, annual plants) in order to improve mechanical and technological performances (Cam, 2019; Sahin et al., 2019; Sahin and Demir 2019; Herhández et. al. 1999).

For lignocellulosics, there is a general agreement that the inhibitory effect on mineral adhesive hydration is due to their kind and content of extractives. However, the influences of the extractives may not be just a reason of the absolute extractive content of a given material. It has already proposed that calcium sulfate dihydrate (gypsum) crystals are relatively long and have a hexagonal form while dimension of the crystals are altered under interactions of extractives (Simatupang and Geimer 1990).

Singh and Garg (1994) investigated natural and glass-fibre-reinforced boards based on gypsum plaster. They have discussed the *β -hemihydrate* plaster with high strength water-resistant gypsum binder made from phosphogypsum and the plasterboards/composites (sisal, coir and glass fibres). Hernández-Olivares and his friends (1999) proposed that cork and plaster are mutually compatible and cork-gypsum composite suggested for use in some building applications. Li and his group (2003) treating cotton stalk fiber surface with styrene acrylic emulsion to improve interfacial state of cotton stalk fiber/gypsum composite. Carvalho and his group (2008) produce a composite material made of gypsum reinforced with cellulose fibers from discarded Kraft cement bag. It has suggested that natural fibers absorb large amounts of water, causing the water/gypsum ratio of the paste to increase. However, this material is a technically better substitute for the brittle gypsum board, and it stands out particularly for its characteristics of high impact strength and high modulus of rupture. Sahin and his friends (2019) proposed that the addition of rice straw to the wood/gypsum mixture affects to extending hardening time while improve heat resistance (insulation) properties of panels at some level. However, post-consumer waste paper, old corrugated container (OCC) and secondary fiber addition (cellulosic additives) to gypsum in panel structure impact on the heat transmittance, were found to be lowered with addition of that lignocellulosic matters (Sahin and Demir, 2019).

It has already well predicted that the production of gypsum-biomass based products is very complex phenomenon. However, the approaches of quality development of lignocellulosic need to be carried out, along with a systematic method to measure the impact of reinforcement elements (cedrus tree components). Hence, a systematic investigation has been carried out with selected types of cedrus tree components (wood, bark, cone, needle) substrates to determine the effects on gypsum based composite manufacturing approaches and the chosen methods. The first part of this study, "*Properties of Gypsum-Based Boards Prepared with Cedrus Tree (Cedrus libani) Components. Part 1. Physical and Mechanical Properties*" have already been published in the Journal of Bartın Faculty of Forestry (Sahin and Cam, 2022). In the second part of this study, we seek to provide clear effects of the chemical and technological properties of gypsum based composite materials.

2. Material and Method

The reinforcement filler materials used in gypsum are cedrus tree (*Cedrus libani*) and its components of wood, bark, cones, and needles used in the study were collected from a local forest office in Isparta, Turkiye. All these raw materials were turned into particles through a hammer mill and screened. Particles remaining on the 2-3 mm were used in gypsum-based panel production. The particles were then dried at atmospheric conditions until air dried (12-15%) moisture content. Commercially available gypsum that carried TS EN 13279-1 B4/20/2 standard form as provided and without further processing was used. Six different type and a total of 62 (31x2) experimental gypsum-based boards were made. The detailed information on lignocellulosic matter,

gypsum properties and experimental panel preparing procedures could be found elsewhere (Cam, 2019; Sahin and Cam, 2022).

For determining ignitability of boards, a single flame combustion tests were carried out. Special type of flame combustion test system was built and conducted according to TS EN 13501-1 (Çam, 2019). For flame spreading, the system was conducted according to TS EN-ISO 11925-2 standard. The size of 90x250 mm pieces prepared from experimental boards and placed on the test apparatus at vertical position. Single-source small flame simulation on the edge of the bottom of samples applied at 45° slope and distance of 20 mm from the middle of samples was initiated. The total test duration was 60 s. At the end of test, a visual observation of the sample was made and results recorded as positive or negative whether the specimen ignition occurs or not and the flame spreads in the vertical direction more than 150 mm above.

A Shimadzu (IR Prestige-21 series) FTIR spectrophotometer was used to evaluate the chemical groups present in the boards was made from selected samples. All FTIR measurements were performed under liquid nitrogen blanket. Data were collected in the 100-4000 cm^{-1} wavenumber region with 3 scans for each sample. Thermogravimetric Analysis (TGA) is carried out using a Perkin Elmer SII instrument in order to measure changes in properties of boards as a function of increasing temperature (with constant heating rate). Thermogravimetric Analyzer, supported by a PC and software for control and data handling. Approximately 20 mg sample is introduced into a quartz sample's pan and heated to a preset temperature profile using nitrogen as purge gas at a scanning rate of 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$. The data were collected in the 0-1000 $^{\circ}\text{C}$.

3. Results and Discussions

A single flame combustion tests were carried out to determine burning propagation characteristic of the experimental panels (Figure 1). It was found that the burning pattern on the surface of all test boards produced by adding cedrus's tree components (wood, bark, cone and needle) as reinforcement elements to the gypsum structure did not reach the threshold limit of 150 mm that specified in the standard value as ISO 11925-2 standard (Fig.1 A). However, the reaction to fire with experimental boards also evaluated and it looks like only limited spreading of burn was observed (Fig.1 B). These results could be expected for gypsum-based boards that it is usually rated as A that a *non-flammable class* of material. Moreover, it is important to note that all reinforcement fillers used for experimental board in this study is known to be flammable that may result some level flame behavior as realized in this study. But the test boards looks like still a *non-flammable class* (A) while flame did not reach the threshold limit of 150 mm (Fig. 1 A). In addition, these materials do not carry out any flame, even if the source of fire is removed after 5 min (Fig. 1 B).

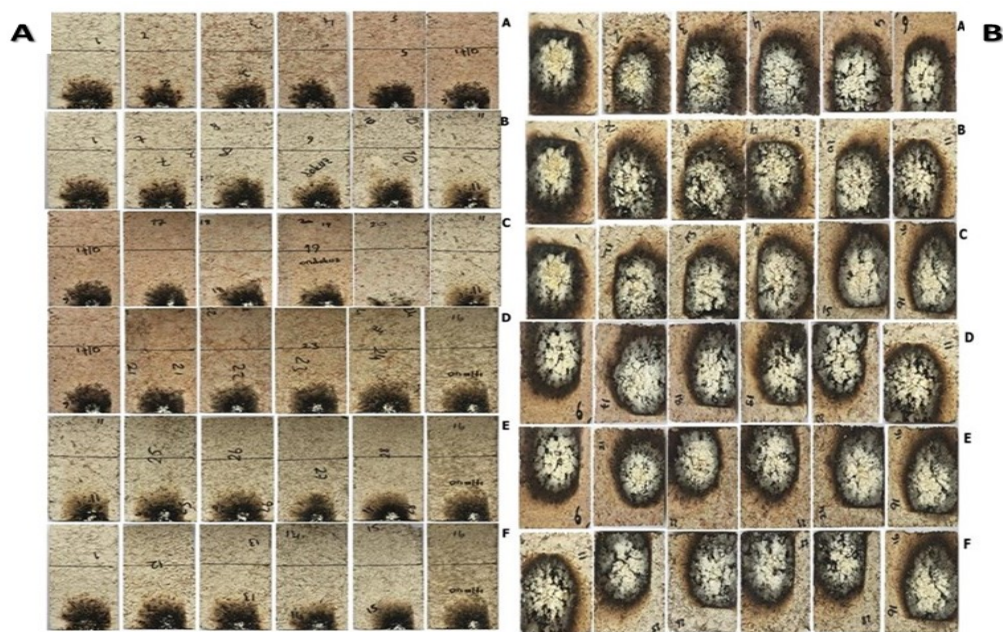


Figure 1. Flammability (A) and surface burning properties (B) of samples (A: SKa type boards; B: SKo type boards; C: SI type boards; D: KaKo type boards; E: KaI type boards; F: KoI type boards)

The heat transmission experiments are valuable in predicting insulation properties. In this sense, the heat-transmittance experiments were conducted at 5.0 min of duration and comparative properties of six different types gypsum-based boards are presented in Figure 2.

The samples presented various temperatures that the boards made with only cedrus wood/gypsum proportions show (SKa₁) 119.5 °C heat in board surface. For Type 1 boards the highest heat value of 135.7 °C was found with SKa₂ board followed by 132 °C with SKa₄ and 130.5 °C with SKa₆ boards, respectively. For Type 2 boards, only SKo₄ sample show 129.9 °C heat value and all other samples show lowering heat transmission as cone particles increase in mixture. This is important considering cone looks like create better barrier against heat compare to bark in similar conditions. Like Type 2 boards, similar trend was also found for Type 3 boards that SI₃ show the highest heat transmission value of 141.7 °C while other samples show smooth trend and marginally changing values. For samples prepared from cedrus bark/cone with gypsum (Type 4), increasing cone content show increasing level of heat transmission up to KaKo₃ sample then lowering with increasing cone in mixture. The highest heat transmission value of 143.8 °C was measured with KaKo₃ sample while the lowest value of 117 °C was found with KaKo₆ that only made with cone (without any other lignocellulosic additives). The boards made with bark/needle proportion (Type 5) show interesting trend that increasing needle in proportions usually show lowering heat transmission values. The lowest heat value of 119.2 °C was found with KaI₆ boards that only made with bark (no needle additives). An opposite trend was observed with cedru's cone/needle proportions that increasing needle in mixture usually effects increasing heat transmission properties in all mixtures and conditions. The lowest heat transmission value of 117 °C was found with SKo₆ board that only made with cone (without needle) while the highest heat transmission value of 127.7 °C was found with KoI₅ boards that highest amount of needle (400 gr) while the lowest proportions of cone (100 gr) in mixture.

However, the results clearly indicate that the cone particles from cedrus tree have positive impact on thermal insulation properties that increasing its ratio lowering effects on thermal transmittance properties some level. Similarly, needle show better barrier against heat transmittance properties than bark and marginally better than wood. It could be ordered as properties of cedru's tree components (when used 100% in gypsum) for heat transmittance properties in experimental boards in that order of; cone (117 °C) < needle (119.2 °C) < wood (119.5 °C) < bark (130.5 °C).

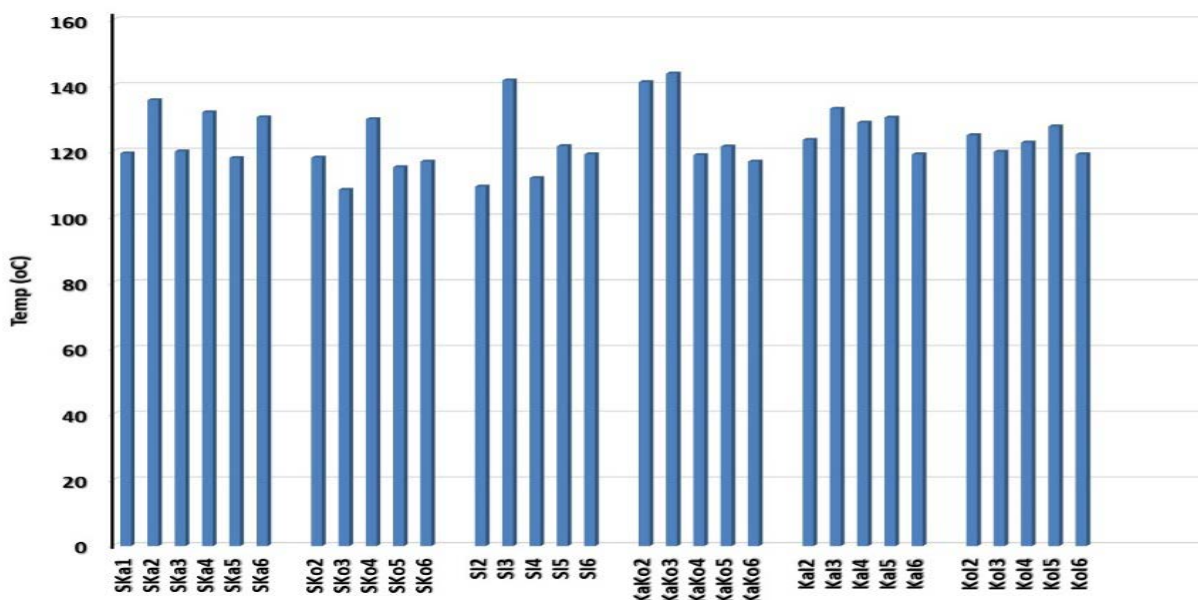


Figure 2. The heat transmission values of boards

The weight loss of boards after mass burning test is shown in Figure 3. The lowest mass lost of 8.47% was calculated with SKa₂ while the highest mass lost of 24.59% was found with SI₃ board. It is very difficult to

correlate all reinforce fillers effect on weight lost properties after 5.0 min. burning tests. However, some interesting results was found. It was observed that increasing cone and needle in wood proportions (Type 2 and Type 3 boards) usually effects increasing weight loss. Similar trend were also observed for Type 4 and 5 boards that increasing cone in bark and needle in bark proportions were also showed increasing weight lost. In contrast, for cone/needle based gypsum boards (Type 6), increasing needle content in cone proportions lowering effects on weight lost of boards. This is a clear evidence for bark and needle that they not support char spreading properties of experimental boards manufactured from various proportions of cedru's tree components.

It could be ordered as mass lost properties of cedru's tree components (when used 100% in gypsum) for burning properties in experimental boards in that order of; bark (11.01%) <needle (13.06%) <wood (13.36%) <cone (18.73%). It should be noted that although cedrus's bark effect lowering mass lost properties followed by needle, wood and cone, there is inverse correlation was observed for heat transmittance properties of boards (Fig.2). With having these informations, it could be hypotheses that heat transmittance and mas lost are independently occur during burning process, and they may not correlate to each other. It could be explained that bark could be absorbed and transfer to heat better than others in gypsum board structure. But it may not support flammability that are not support to mass lost when subject to burning.

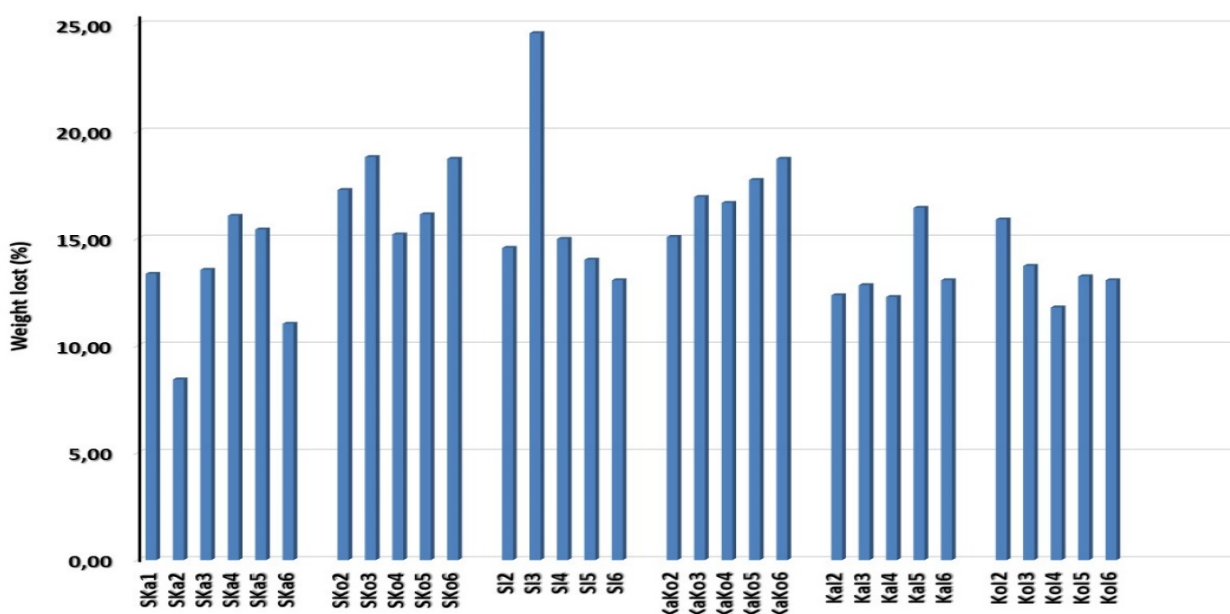


Figure 3. Weight lost properties of boards after 5 min burning tests

The comparative FTIR spectra of selected experimental boards are shown in Figure 4 (a-g). The FTIR spectra were obtained in range of 500–3600 cm^{-1} . However, the characteristic spectrum of lignocellulosics and gypsum concentrate in the range of 800–3400 cm^{-1} and the major peaks in this range had been identified. As seen in Figure 4, all spectra exhibit multi-modal absorption in the 600-1000 cm^{-1} region due to plenty of $-\text{OH}$ groups in lignocellulosics (cellulose, hemicellulose and lignin). However, the out-of-plane C-H vibration was assigned at 750 cm^{-1} . The band at 900-1200 cm^{-1} is attributed to C-C out of the plane stretching, C-C-O stretching at 1080 cm^{-1} ; C-O-C symmetric stretching 1150 cm^{-1} C=O stretching in 1745 cm^{-1} band, $-\text{CH}_3$ asymmetric stretching in 1450 and 1360 cm^{-1} band, symmetric stretching peak in 2947 cm^{-1} band identified (Chieng et al., 2013). It has proposed that characteristic $-\text{CH}$ stretch bands from methylene and methyl can be seen in the range of 2800-3000 cm^{-1} . O-H stretching, which can come from cellulose groups in the range of 3200-3600 cm^{-1} or from water on the fiber surface, can be seen (Dink et al., 2016; Iorio et al., 2018).

Al Dabbas and his friends (2014) conducted research to determine FTIR spectra of pure gypsum. They proposed that gypsum has a strong band around 1425 cm^{-1} , characteristics of the C–O stretching mode of carbonate together with a narrow band around 875 cm^{-1} of the bending mode. They also suggested that the stretching vibrations of the H_2O molecules in the gypsum occur at 3540 and 3400 cm^{-1} while a strong band around 1128 cm^{-1} which splits into two components at around 1141 and 1116 cm^{-1} are assigned to the stretching and bending modes of sulfate. In this respect, gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and lignocellulosic substrates has usually show similar

functional groups at similar band. Moreover, the less intense vibrations at $1450-1700\text{ cm}^{-1}$ and C-C and C-O-C peak areas (Fig. 4 c, d, g) indicates the generation of new surface chemistry which is related to gypsum induced/dried chain modification.

When we look at the FTIR spectra of samples, C-H stresses in the $2800-3400\text{ cm}^{-1}$ band are noticeable in variations using gypsum. The reason for this may be the gypsum being grafted to lignocellulosic substrates. It has already well-established that drying affects lowering distance between microfibrils and cross-links in cellulose structure (Sahin and Arslan 2008). This modification can be effects level of H-bonds in cellulose. The result found with FTIR evaluation support this information. On the basis of FTIR measurements it was concluded that some modification had taken place during solvent diffusion and solvent induced chain modification occurred in main constituents of lignocellulosic substances (wood, bark, cone, and needle).

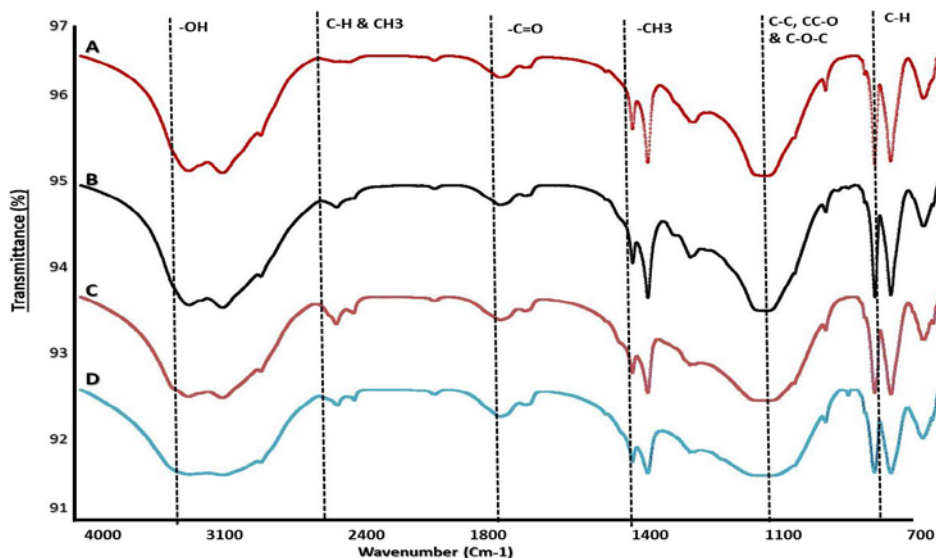


Figure 4. FTIR spectra of samples (A: SKa₁; B: SKa₆; C: SKo₆; D: SI₆)

One way to understand the thermal breakdown properties in the interaction between constituents of gypsum-based boards and heat, which could be the basis determination of Thermo Gramatic Analyssis (TGA) under controlled heating. Figure 5 show the comparative thermographs of selected samples. In recent studies, it has already well predicted that the TGA micrographs of cellulose-based materials including gypsum based composite materials typically show four different heating regions and better to evaluate these materials within that regions (Cam, 2019; Demir, 2019; Sahin et al., 2019; Kaya and Sahin 2016). In this regard, the evaluation of TGA spectra have been made within these suggestions.

According to Figure 5, the boards started to degrade at $160-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ and began to decompose at $370-390\text{ }^{\circ}\text{C}$. However, the mass loss of $80-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ in samples is thought to be due to water loss and started to degrade due to hemicellulose at $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. However, all samples began to considerably decompose at a temperature above $400\text{ }^{\circ}\text{C}$. It could be suggested that all organic compounds (cellulose, lignin, hemicellulose) completely break down up to $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Moreover, it can be realized that bark (B: SKa₆), cone (C: SKo₆), and needle (D: SI₆) in gypsum looks like negative impact on thermal degradation that higher temperature for decomposition compare to wood based board (A: Ska₁) at similar experimental manufacturing conditions.

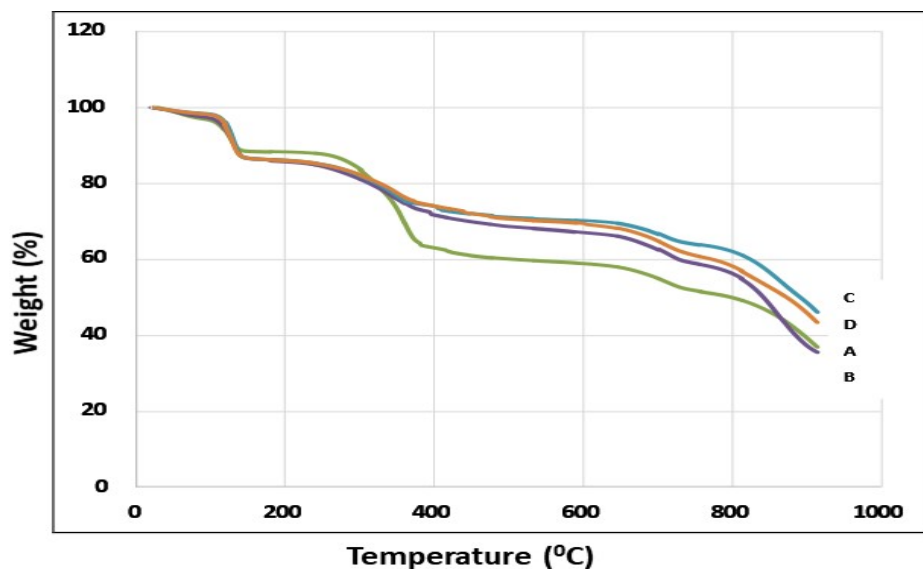


Figure 5. TGA spectra of samples (A: SKa₁; B: SKa₆; C: SKo₆; D: SI₆)

The TGA micrographs has quantitatively evaluated and results are comparatively shown in Figure 6. *In heating zone (T_b; 78-84 °C)*; the water and some volatile compounds assumed to remove, cedrus's wood/bark proportions not influenced in this region that only 2.1% and 1.99% mass loss found for SKA₁ and SKA₆ samples, respectively. But boards made with cone and needle have dramatically effects on mass lost that 15.74% was found for SKO₆ and 14.38% for SI₆ samples, respectively. *In cell wall degradation zone (T_{m1}; 124-129 °C)*; similar results observed as T_b zone that boards made from only cone-gypsum (SKO₆) and needle-gypsum (SI₆) instead bark (SKA₆) shows considerable higher mass lost values. The highest mass loss of 21.32% found for SKO₆ sample, followed by board with 21.32% mass lost found for SI₆ sample of 30.06%. *In cell wall organic constituents completely break down zone (T_{m2}; 358-438 °C)*; More less similar trend was observed as T_b and T_{m1} zone that boards made from only cone (SKO₆) and needle (SI₆) show higher mass lost then board made from wood/bark and only bark with gypsum proportions (SKA₁ and SKA₆). In this respect, the mass lost of samples were found to be 29.57% for SKA₁; 27.28% for SKA₆; 27.18% for SKO₆ and 29.11% for SI₆ samples, respectively. The degradation in this temperature range is thought to belong to the lignin in the structure of the additives. In all samples, the rate of mass loss decreased around 365 °C, and after this temperature, composites with cone and needle supplements gave neck in the temperature range of 365-500 °C. The reason for this is thought to be the lignin that is different behavior under heat than hemicellulose and cellulose. Because it is a mixture of 3 types of benzene-propane units with high molecular weight and cross-links. The thermal stability of lignin is therefore very high and difficult to separate (Fengel and Wegener, 1984; Sjoström 1981). *In non-organics degraded zone (T_s; 537-622 °C)*; The highest mass lost (40.45%) was calculated for SKA₁ sample, followed by SI₆ (34.06%), SKO₆ (29.77%) and SKA₆ (33.08%), respectively. It is clear that the inorganic gypsum has started to degrade above 400 °C. As can be seen from these values, the cedru's cone and needle based gypsum boards show high level of degradation at all temperature levels whereas cedru's wood and bark based gypsum boards show very low decomposition level initially and then it increase as temperatures increases. This is also a clear evidence that the content of fillers dramatically effects thermal stability of gypsum based boards.

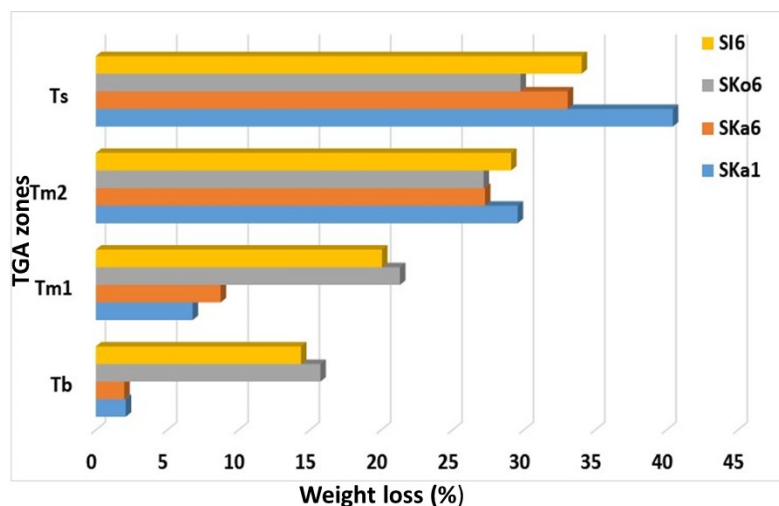


Figure 6. Thermal decomposition of experimental boards (0-622 °C)

4. Conclusions

The gypsum-based boards have some drawbacks that heavy and brittle material in many applications. In this respect, numerous studies have conducted for determining the suitable configurations on the end use applications. But many properties such as; strength, physical, and insulation are primarily influenced by the density and the binder (gypsum)/non-gypsum ratio in network structure. However, the chemical and physical properties could be a direct function of the interface bonding in gypsum that are greatly affected by the type, dimensions, geometry and arrangement of the reinforcement (filler) elements. Although the properties of gypsum-based panels could be influenced by the processing variables and reinforcement elements, the low value wood components may create some opportunities to match product performance to end-use requirements. It could be suggested to prepare sustainable panel products from gypsum-lignocellulosic mixtures which helps to utilize renewable sources for non-strength required purposes (i.e. thermal insulation).

References

- Al Dabbas, M., Eisa, M. Y. and Kadhim, W. H. (2014). Estimation of gypsum-calcite percentages using Fourier transform infrared spectrophotometer (FTIR), in Alexandria Gypsiferous Soil-Iraq. *Iraqi Journal of Science*, 55(4B), 1916-1926.
- Carvalho, M. A., Calil Júnior, C., Savastano Junior, H., Tubino, R. and Carvalho, M. T. (2008). Microstructure and mechanical properties of gypsum composites reinforced with recycled cellulose pulp. *Materials Research*, 11(4), 391-397.
- Chieng, B.W., Ibrahim, N.A., Yunus, W.M.Z.W., and Hussein, M.Z.B. (2013). Effects of graphene nanoplatelets on poly (lactic acid) /poly (ethylene glycol) polymer nanocomposites, *Polymers*. 6 (1), 93-104.
- Çam, E. (2019). Investigation of the properties of gypsum composites produced from cedrus tree and its components, (Yüksek lisans tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Ding, Y., Ezekoye, O.A., Lu, S. and Wang, C. (2016). Thermal degradation of beech wood with thermogravimetry/fourier transform infrared analysis, *Energy Conversion and Management*. 120, 370-377.
- Fengel, D and Wegener, G (1984). Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin and New York. 613p.
- Herhández, O.F., Bollatti, M.R., Rio, M. and Landa, B.P. (1999). Development of cork-gypsum composites for building applications, *Construction and Building Materials*. 13, 179-186.
- Iorio, M., Santarelli, M.L., Gonzalez-Gaitano, G. and Gonzalez-Benito, J. (2018). Surface modification and characterization of basalt fibers as potential reinforcement of concretes, *Applied Surface Science*. 427, 1248-1256.

- Kaya, A. I. and Sahin, H. T. (2016). The effects of boric acid on fiberboard made from wood/secondary fiber mixtures: Part 3. Utilization of recycled waste office paper fibers. *Chemical Science International Journal*, 1-8.
- Li, G., Yu, Y., Zhao, Z., Li, J. and Li, C. (2003). Properties study of cotton stalk fiber/gypsum composite. *Cement and Concrete Research*. 33(1), 43-46.
- Sahin, H. T., Demir, I., and Yalçın, Ö. Ü. (2019). Properties of gypsum boards made of mixtures of wood and rice straw. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1-10.
- Sahin, H. T. and Arslan, M. B. (2008). A study on physical and chemical properties of cellulose paper immersed in various solvent mixtures. *International Journal of Molecular Sciences*. 9(1), 78-88.
- Sahin, H. and Demir, I. (2019). Gypsum-based boards made from mixtures of waste cellulosic sources: Part 1. physical and mechanical properties. *European Journal of Science and Technolog.* (16), 567-576.
- Sahin, H.T. and Cam, E. (2022). Properties of gypsum boards made with cedrus tree (*cedrus libani*) components. Part 1. Physical and mechanical properties, *Journal of Bartın Faculty of Forestry*. 24(1): 121-132.
- Shiroma, L., Camarini, G. and Beraldo, A. L. (2016). Effect of wood particle treatment on the properties of gypsum plaster pastes and composites. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 21(4): 1032-1044.
- Singh, M., and Garg, M. (1994). Gypsum-based fibre-reinforced composites: an alternative to timber. *Construction and Building Materials*. 8(3), 155-160.
- Simatupang, M.H. and Geimer, R.L. 1990. Inorganic binder for wood composites: feasibility and limitations, *Wood adhesive symposium proceedings*, May 16-18, 1990, Madison, WI. pp. 169–176.
- Sjostrom, E. (1981). Wood chemistry: Fundamentals and applications. *Academic Press Inc.*, New York. 223 p.
- Van Elten, G.J. (1996). Innovation in the production of cement-bonded particleboard and wood-wool cement board, *5th International Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials Conference*. Spokane, Washington, USA.
- Youngquist, J. A. (1999). Wood-based composites and panel products, In: *Wood handbook: wood as an engineering material*, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General technical report FPL; GTR-113: Pp. 10.1-10.31.

Kazdağı Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Odununda Yükseltiye Bağlı Morfolojik ve Anatomik Değişimler

Eda Nur Yıldız^{1,*}, Seray Özden Keleş²

^{1,*}Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

²Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 24.03.2022

Kabul: 23.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Türkiye bitki biyolojik çeşitliliği ve endemizm yönünden Avrupa ülkelerine kıyasla oldukça zengindir. Mevcut araştırmada, bu yüzden Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı göknaarının iki farklı yükselti basamağında (ortalama 1200 m ve 1600 m) morfolojik ve anatomik karakterleri arasındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Her bir yükselti basamağından ortalama 30-40 yaşlarındaki toplam 200 ağacın morfolojik ve anatomik özellikleri belirlenmiştir. Morfolojik karakterlerden ağacın boy ve göğüs yüksekliğindeki çap değerleri ve göğüs yüksekliğinden çıkartılan diskler üzerinde yıllık halka genişliği ve anatomik özelliklerin değerleri belirlenmiştir. Anatomik özelliklerden, traheid uzunluğu ve genişliği, traheid hücre çeper kalınlığı, traheid lümen genişliği, özışın yüksekliği, özışın genişliği ve 1 mm'deki özışın sayısı hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 1200 m yükseltideki göknaar ağaçlarının ortalama daha uzun boy ve kalın çap yaptığı tespit edilmiştir. Yıllık halka genişliği, traheid lümen genişliği ve özışın genişliği değerleri gibi bazı anatomik değerler 1200 m yükseltideki göknaar ağaçlarında 1600 m yükseltideki göknaar ağaçlarına kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir. Yüksek yükseltideki göknaar ağaçlarında ise traheid uzunluğu ve genişliği alçak yükseltide yetişenlere oranla nispeten daha yüksek değerler göstermiştir. Çalışmanın Türkiye için endemik bir tür olan Kazdağı göknaarının farklı yükseltilerdeki morfolojik ve odun anatomisi çalışmalarına yönelik veriler sunarak ilgili çalışmalara bir altlık oluşturacağı bu anlamda da önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Kazdağı göknaarı, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, ağaç morfolojisi, yükselti, anatomik ölçümler

Altitude-Related Morphological and Anatomical Properties in Kazdağı Fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen) Wood

^{1,*}Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

²Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

Article History

Received: 24.03.2022

Accepted: 23.06.2022


Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – Turkey is a rich country due to both plant biodiversity and endemism compared to European countries. In this study, therefore, the relationships between the morphological and anatomical properties of Kazdağı fir, one of the most important endemic species of Turkey, at two different altitudes (average 1200 m and 1600 m) were investigated comparatively. Morphological and anatomical properties of a total of 200 trees, aged 30-40 years on average, were determined from each elevation step. Among the morphological characters, the diameter values of the tree at height and breast height and the annual ring width and anatomical characteristics values on the discs extracted from the breast height were determined. For anatomical properties, tracheid length and width, tracheid cell wall thickness, tracheid lumen width, height and width of the rays and the number of rays per 1 mm were calculated. We found that fir trees which grow at low altitude (average 1200 m) showed taller height and thicker diameter in their stems. Average annual ring width, tracheid lumen width and ray width values also showed greater values in fir trees at 1200 m than in fir trees at 1600 m altitude. However, the average length and width of tracheids were higher in fir trees at 1600 m altitude than in fir trees at 1200 m altitude. This study could thus provide a basis for the related studies by providing data on the morphological and wood anatomy studies of Kazdağı fir, which is an endemic species for Turkey, at different altitudes and can make important contributions in this sense.

Keywords – Kazdağı fir, *Abies nordmanniana*, tree morphology, altitude, anatomical measurements

¹  edanury@ogr.kastamonu.edu.tr

²  sozden@kastamonu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Türkiye tüm Avrupa ülkelerindeki takson sayısına tek başına sahip olması yönüyle biyolojik çeşitlilik açısından oldukça önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizde ortalama 12.000'den fazla bitki türü ve alt türü (eğrelti ve tohumlu bitki türleri) doğal olarak yetişir (Avcı, 2005; Güner vd., 2012). Bu türlerden ortalama 3750'den fazlası ülkemiz için endemiktir ve endemizm oranı ortalama %35 civarındadır (Avcı, 2005). Türkiye'nin 3 farklı fitocoğrafik bölgeyi içermesi (Avrupa-Sibirya, İran-Turan, ve Akdeniz) (Davis, 1962), Anadolu diyagonalı, topografik ve jeomorfolojik çeşitlilik, coğrafi özelliklerinin yarattığı iklim ve toprak farklılıkları Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik ve endemizm yönünden zengin olmasını sağlamıştır (Avcı, 2005). Ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahip olan ülkemizde ormanlar tür ve kompozisyon olarak önemli bir yere sahiptir. Türkiye'nin toplam orman alanı 22.933.00 ha'dır ve %29,4'ü ormanlık alandan oluşmaktadır. Türkiye orman varlığının toplam %32'si Angiospermae türlerinden %48'i ise Gymnospermae türlerden oluşmaktadır (OGM, 2020). Türkiye'de Gymnospermae ağaç türleri Angiospermae ağaç türlerine nazaran daha fazla yayılış göstermektedir.

Türkiye Gymnospermae ağaç türleri yönünden geniş bir ormanlık alana sahip olmasına rağmen Gymnospermae'lerde endemizm oranı nispeten düşüktür. Ancak Türkiye'de doğal yapılış göknar ağaçlarından ikisi Türkiye'ye endemiktir. Türkiye'de *Abies Miller* (göknar) cinsine ait 2 tür ve 4 alttür doğal yayılış yapmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Akkemik ve Oral, 2011). *Abies Miller* cinsi (göknar) ve Pinaceae familyasındaki dünyadaki en büyük ikinci cinstir. Dünya üzerinde de ve yaklaşık 40-52 tür ile temsil edilmektedir (Dallimore ve Jackson, 1966; Moore, 1982; Anşin ve Özkan, 1997; Xiang, 2000; Farjon, 2010; Akkemik ve Oral, 2011; Aytar ve Hızal, 2012). Göknar türlerinin çoğu, Kuzey Yarı Küresinin ılıman iklim kuşağında (Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika), sadece birkaçı yarı-tropikal iklimin gözlendiği yüksek dağlık bölgelerde (Afrika'nın kuzeyinde) yayılış gösterir (Xiaoguo vd., 2007). Göknar Türkiye'de toplam 511.703 ha (% 2,2) alanda yayılış göstermektedir (OGM, 2020). Türkiye'de doğal yayılış yapan göknarlar: *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana* (Doğu Karadeniz Göknarı, Kafkasya Göknarı), *Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière (Toros göknarı), *Abies cilicica* subsp. *isaurica* (Bozkır göknarı) ve *Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. *equi-trojani* (Aschers. & Sint. ex Boiss) Coode et Cullen (Kazdağı göknarı) (Coode ve Cullen, 1965; Anşin ve Özkan, 1997; Velioglu vd., 2012; Jasinska vd., 2017; <http://www.theplantlist.org/>). Kazdağı göknarı ve Bozkır göknarı ise Türkiye'ye özgü endemik göknar taksonlarıdır (Anşin ve Özkan, 1997; Yaltırık ve Efe, 2000; Kaya vd., 2008; Atalay ve Efe, 2015). Göknarların dünya üzerinde yayılışına bakıldığında, deniz seviyesinden 4700 m yükseltiye kadar oldukça geniş bir dikey dağılımda yayılış yaptığı görülmektedir (Xiaoguo vd. 2007). Türkiye'nin önemli endemik taksonlarından biri olan Kazdağı göknarı ise Türkiye'de 800- 2400 m yükseklikler arasında saf ya da genellikle karaçam ve kayın ağaç türleriyle karışık ormanlar kurar (Yaltırık ve Efe, 2000). Kazdağı göknarının yetistigi yükselti aralığına bakıldığında oldukça geniş bir yükselti farkında yetisme sağladığı görülmektedir. Fakat Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı göknarının hangi yükselti basamağında daha iyi morfolojik ve anatomik özellikler gösterdiğinin belirlenmesi bu türün biyolojisini ve çevreyle ilgili isteklerini anlamakta yarar sağlayacaktır. Çünkü, ağaçların büyümesi çevresel koşullarla (sıcaklık, yağış, rüzgâr, yükselti, bakı, eğim vb.) güçlü bir şekilde ilişkilidir, özellikle yükselti farkı boyunca değişen sıcaklık, yağış ve su koşulları ağaç büyümesini doğrudan etkiler (Chen vd., 2018; Özden Keleş ve Savacı, 2021). Yapılan bilimsel çalışmalarda, ağaçların morfolojik ve anatomik karakteristiklerinin yetistikleri yükselti farklarına bağlı olarak etkilendiği belirlenmiştir (Yaman ve Sarıbas, 2004; Li vd., 2006; Yaman, 2008; Esper vd., 2007; Topaloğlu vd., 2016; Özden Keleş, 2020). Yaman (2008) yılında ceviz (*Juglans regia*) ağaç türünün anatomik özelliklerinin yükselti farkına bağlı olarak nasıl değiştiğini araştırmış ve trahe çapının 500 m' den 1200-1300 m' ye gittikçe azaldığını belirlemiştir. Topaloğlu vd. (2016)' da yapmış oldukları çalışmada, Sinop ilinde yetiştirilen Doğu kayınlarının (*Fagus orientalis* Lipsky) anatomik, ağaç yoğunluğu ve mekanik özellikleri gibi özelliklerinin yükselti (0-200, 200-400, 400-600, 600-800 ve 800-1000 m) ve bakı etkisine bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Doğu kayını ağaçlarında yükselti arttıkça trahe çaplarının daraldığı, 1 mm²'deki trahe sayısının arttığı, trahe ve lif boylarının ise azaldığı belirlenmiştir. Özden Keleş (2020) ise 3 yaşındaki Kazdağı göknarı fidanlarının iki yıllık bir büyüme sonunda iki farklı yükselti basamağında ki (795 m ve 1350 m) anatomik ve morfolojik özelliklerini belirlemeye yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Fidan boyu ve fidan çapı gibi morfolojik özelliklerin 1350 m' de yetişen Kazdağı göknarlarında daha yüksek değerler sergilediğini; traheid lümen genişliği, traheid çeper kalınlığı, öz ışını yüksekliği ve genişliği gibi odun anatomik özelliklerinin de 1350 m' de yetişen Kazdağı göknarlarında daha yüksek değerler gösterdiğini tespit etmiştir. Yüksek yükseltilerde ayrıca ağaç büyümesinin özellikle yaz sıcaklığı ile doğrusal bir ilişki gösterdiği, düşük yükseltilerde ise ağaç büyümesinde yağışın pozitif

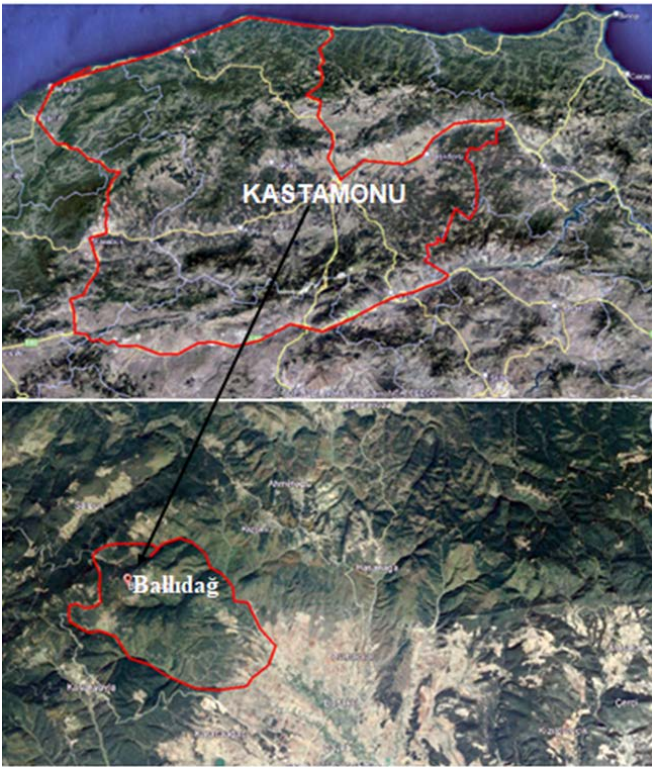
baskınlığının olduğu Zheng vd. (2021) tarafından belirlenmiştir. Yüksek ve alçak yükselti basamaklarında sıcaklık ve yağış miktarı farkları orman ekosisteminin kompozisyonunu ve işleyişini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu araştırmada, bu yüzden Türkiye'nin önemli endemik göknar taksonlarından biri olan Kazdağı göknarının farklı yükselti basamaklarındaki odun anatomisi özellikleri ile bazı morfolojik karakterleri yapısı incelenmiştir. Farklı yükseltilerde özellikle endemik türlerin anatomik ve morfolojik adaptasyonlarının (uyumlarının) belirlenmesi, endemik türlerin çevresel faktörler nedeniyle risk altında olup olmadığının anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Böylelikle, endemik türlerimizin orman meşcerelerinde korunmasına yönelik çalışmalara kılavuz oluşturacaktır.

2. Materyal ve Yöntem (Birinci Düzey Başlık)

2.1. Çalışma Alanı

Bu araştırmada 200 farklı *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* [Asch. & Sint. ex Boiss] Coode & Cullen (Kazdağı göknarı) ağaç türü kullanılmıştır. Kazdağı göknarı ormanları Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Azdavay, Bozkurt, Cide, Çatalzeytin, Daday (Ballıdağ), Hanönü, İhsangazi, İnebolu, Karadere, Kastamonu, Küre, Pınarbaşı, Samatlar, Taşköprü ve Tosya İşletme Müdürlükleri ile Ilgaz ve Küre Dağı Milli Parkları sınırları içerisinde yer almaktadır. Kastamonu ilinde Kazdağı göknar ormanları toplamda 124.752,53 ha alanı kapsamaktadır.



Şekil 1. Kastamonu ili ve Ballıdağ çalışma alanı

Bu çalışma, 2020 yılında Kastamonu ilinin Daday ilçesinde olan Ballıdağ 'da gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanının yıllık yağış miktarı 413.2 mm ve ortalama sıcaklığı 11.1°C'dir. Çalışma sahasında Kazdağı göknarı ile birlikte yayılış gösteren diğer türler *Fagus orientalis* (Doğu kayını) ve *Pinus sylvestris* (sarıçam) ağaç türleridir. Çalışmada, ağaçların morfolojik ve anatomik karakterlerinin karşılaştırılması iki farklı yükselti basamağında (1200 m ve 1600 m) incelenmiştir.

2.2. Morfolojik ve Anatomik Ölçümler

Her iki yükselti basamağında örnek alanlarda toplam 200 farklı ağaçta (100 morfolojik ölçüm 1200 m yükselti için ve 100 morfolojik ölçüm 1600 m yükselti için) morfolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Örnek alanda her

bir yükselti basamağı için ağaçların çap ölçümü (göğüs çapından) ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Boy ve çap ölçümleri ortalama 30-40 yaşa sahip olan ağaçlardan alınmıştır. Ağaçların çapı, göğüs yüksekliğinden (1.3 m) olmak üzere kumpas kullanılarak belirlenmiştir. Ağaç boyları, ağacın yerden yüksekliği olacak şekilde lazer metre yardımı ile belirlenmiştir.

Morfolojik ölçümler için her bir yükselti basamağında 100 ağaç ölçülmüş olup odun anatomisi ile ilgili ölçümleri ve yıllık halka genişliklerini belirleyebilmek için ise her bir yükselti basamağından 30 farklı ağaçtan ağaçların göğüs çapı yüksekliğinden 30 enine disk kesilmiştir. Morfolojik ölçüm yapılan ağaçların üzerlerine 1'den 100'e kadar etiketleme yapıldıktan sonra rastgele odun anatomisi ölçümü olmaması ve tüm değişkenleri sabitleyebilmek maksadıyla 30 ağaç seçilmiş ve anatomik kesitler alınan ağaç ve onun morfolojik özellikleri bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Anatomik yapıdaki değişimin daha sağlıklı anlaşılabilmesi adına 30 farklı ağaçtan her bir ağacın aynı bakıda olacak şekilde göğüs yüksekliğinden enine diskler kesilmiştir. Böylece, 1200 m yükselti basamağından 30 enine disk, 1600 m yükselti basamağından 30 enine disk olacak şekilde toplam 60 disk alınmıştır. Alınan disklerde önce yıllık halka sayısı belirlenmiş ve daha sonra her bir enine disk için yıllık halka genişlikleri belirlenmiştir. Yıllık halka genişlikleri doğal kurutma yöntemi sonucunda Whitworth marka dijital kumpas ile ölçülmüştür. Enine diskler daha sonra diri odundan olacak şekilde ve her bir enine kesitin yaklaşık 25. yıllık halkasından olacak şekilde küçük parçalara ayrılarak anatomik ölçümlere uygun boyutlara getirilmiştir. Küp şeklinde kesilen küçük parçalar (1.5x1.5x1.5 cm) daha sonra destile su içerisinde dibe çökene kadar kaynatılarak yumuşatılmıştır ve yumuşayan odun örnekleri gliserin, etil alkol ve destile sudan meydana gelen çözelti içinde bekletilmiştir (Yaman, 2007). Yumuşatılan örneklerden daha sonra kızaklı mikrotom ile 15-20 mikron kalınlığında enine, radyal ve teğet kesitler hazırlanmıştır.

Hücre ölçümleri her bir ölçüm için ilkbahar odunundan yapılmıştır. Traheid hücre uzunluğu ölçümlerini yapabilmek için küp şeklinde kesilen küçük örnekler kibrit çöpü büyüklüğüne getirilmiştir. Maserasyon için kullanılan kibrit çöpü büyüklüğündeki odun parçaları yaklaşık 2-3 cm çapındaki gövde odununun en dıştaki son iki yıllık halkasından çıkartılmıştır. Traheidleri serbest hale getirmek amacıyla Franklin (1945)'nin maserasyon metodu (1:1 v/v hidrojen peroksit ve yoğunlaştırılmış glasiyal asetik asit) uygulanmıştır. Serbest hale getirilen traheidler, lam-lamel arasına alınarak traheidlere ilişkin ölçümler gerçekleştirilmiştir. Hücre boyutlarının saptanması Leica DM750 (Leica, Germany) marka ışık mikroskobu ve Leica Application Suite (LAS EZ) görüntü analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Anatomik hücre ölçümleri IAWA (2004)'nin iğne yapraklı ağaçlar için belirlediği esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Anatomik hücre analizlerinde traheid hücre uzunluk ve genişlikleri (μm), traheid lümen genişliği (μm), traheid çeper kalınlığı (μm), öz ışın yüksekliği ve genişliği (μm) hesaplanmıştır. Traheid ölçümleri enine kesitte ve öz ışını hücre ölçümleri ise teğet kesitte hesaplanmıştır. Traheid ve özışını boyutları ölçümlerinde x4'lük objektif, traheid genişliği, traheid lümen genişliği, traheid çeper kalınlığı ölçümlerinde ise x40'lük objektif kullanılmıştır. Her bir örnek ağaçta, her bir hücre ölçümü 25 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

2.3. İstatistiksel Değerlendirme

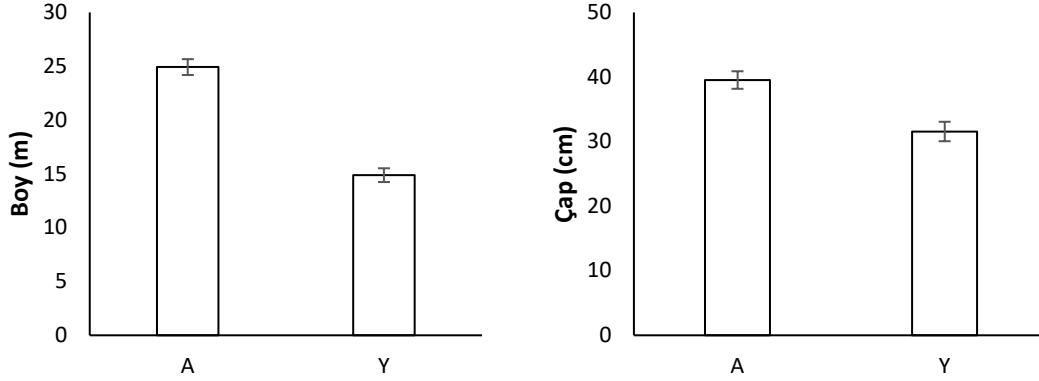
Yapılan morfolojik ve anatomik ölçüm sonuçlarının istatistiksel yönden değerlendirilmesinde SPSS 23 (IBM SPSS Statistics Version 23.0 Desktop) paket programı kullanılmıştır. Yükselti basamakları arasında morfolojik ve anatomik veriler arasında anlamlı fark olup olmadığının belirlenmesinde Tek Yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Morfolojik Ölçüm Bulguları

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre ağaçların morfolojik (boy ve çap) özelliklerinin yükselti farkına (1200 ve 1600 m) bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Yapılan ölçüm sonuçlarına göre düşük yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama boyu 24,9 m, yüksek yükseltide yetişen Kazdağı göknarının ortalama boyu 14,8 m olarak tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu çalışmada ayrıca düşük yükseltide yetişen göknar ağaçlarının yüksek yükseltide yetişenlere oranla ortalama 1.6 kez daha uzun boy yaptığı belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, ayrıca alçak yükseltelerde yetişen Kazdağı göknarının ortalama göğüs çapı 39,5 cm, yüksek yükseltelerde yetişen Kazdağı göknarının ortalama göğüs çapı 31,5 cm olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). Özden Keleş (2020) yılında yapmış olduğu çalışmada, 795 m ve 1350 m yükseltelerde 5 yaşında ki Kazdağı göknar fidanlarında meydana gelen büyüme ve gelişme farkını incelemiş,

1350 m yükseltide yetişen göknar fidanlarının boy ve çap gelişimlerinin 795 m'de yetişenlerden daha iyi olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada da, 1200 m yükseltide yetişen göknar ağaçlarının yüksek yükseltide gelişenlere oranla daha fazla çap büyümesi yaptığı tespit edilmiştir ($p < 0,05$).



Şekil 2. Kazdağı göknarının 2 farklı yükseltide boy ve göğüs çapı ölçüm değerleri. A – Alçak yükselti, Y – Yüksek yükselti

3.2. Yıllık Halka Genişlikleri ve Odun Anatomisi Ölçüm Sonuçları

Ölçüm sonuçlarına göre alçak yükseltide gelişen Kazdağı göknarının ortalama yıllık halka genişliği 2,2 mm, yüksek yükseltide gelişen Kazdağı göknarının ortalama yıllık halka genişliği ise 1,8 mm bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre ayrıca alçak yükseltide gelişen ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri ile yüksek yükseltide gelişen ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri arasında istatistiki yönden anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Ölçümlerde, yükselti arttıkça yıllık halka genişliklerinde daralma olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1

Kazdağı göknarının 2 farklı yükselti basamağında yıllık halka genişlikleri ve anatomik hücre ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma (ortalama \pm standart sapma) değerleri.

Anatomik Karakterler	A	Y
YHG (mm)	2.22 \pm 0.23 a	1.80 \pm 0.14 b
TRU (μ m)	1038.4 \pm 71.6 b	1203.3 \pm 53.8 a
TRG (μ m)	29.4 \pm 1.62 b	35.8 \pm 2.04 a
TLG (μ m)	19.1 \pm 0.70 a	16.1 \pm 0.87 b
TÇK (μ m)	2.33 \pm 0.07 b	2.38 \pm 0.05 a
ÖİY (μ m)	289.7 \pm 15.5 a	265.7 \pm 21.5 a
ÖİG (μ m)	28.5 \pm 3.11 a	19.4 \pm 1.16 b
ÖİS	100 \pm 12.1 a	60 \pm 9.6 b

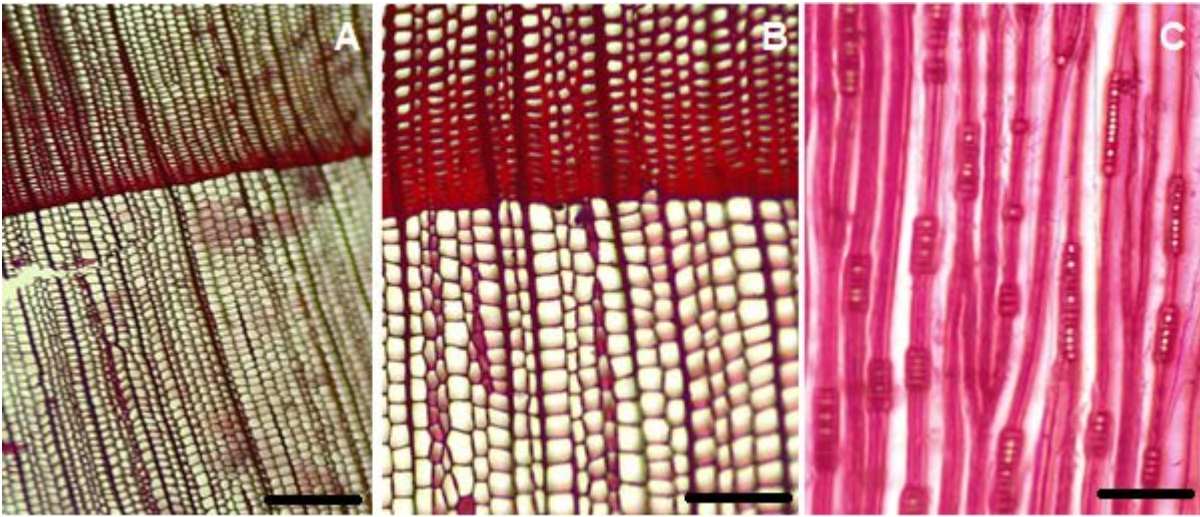
YHG – Yıllık halka genişliği, TRU – Traheid uzunluğu, TRG – Traheid genişliği, TLG – Traheid lümen genişliği, TÇK – Traheid çeper kalınlığı, ÖİY – Özışın yüksekliği, ÖİG – Özışın genişliği, ÖİS – 1 mm'deki özışın sayıları. Farklı harfler değişkenler arasında anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Yapılan istatistiksel analizlere göre, alçak ve yüksek yükselti basamağında gelişen ağaçlar arasında traheid uzunluğu ($p < 0,05$), traheid genişliği ($p < 0,05$), traheid lümen genişliği ($p < 0,05$), traheid çeper kalınlığı ($p < 0,05$), özışın genişliği ve sayısı ($p < 0,05$) gibi anatomik özellikler bakımından anlamlı farklılıklar görülürken, özışını yüksekliğinde ise anlamlı farklılıklar görülememiştir ($p > 0,05$). Alçak yükseltide göknar odunlarında ortalama traheid uzunluğu 1038,4 μ m ve traheid genişliği 29,4 μ m bulunmuştur. Yüksek yükselti basamağında göknar odunlarında ortalama traheid uzunluğu 1203,3 μ m ve traheid genişliği 35,8 μ m bulunmuştur. Sonuçlara göre, ortalama traheid uzunluğu ve genişliği yüksek yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarına oranla daha yüksek değerler

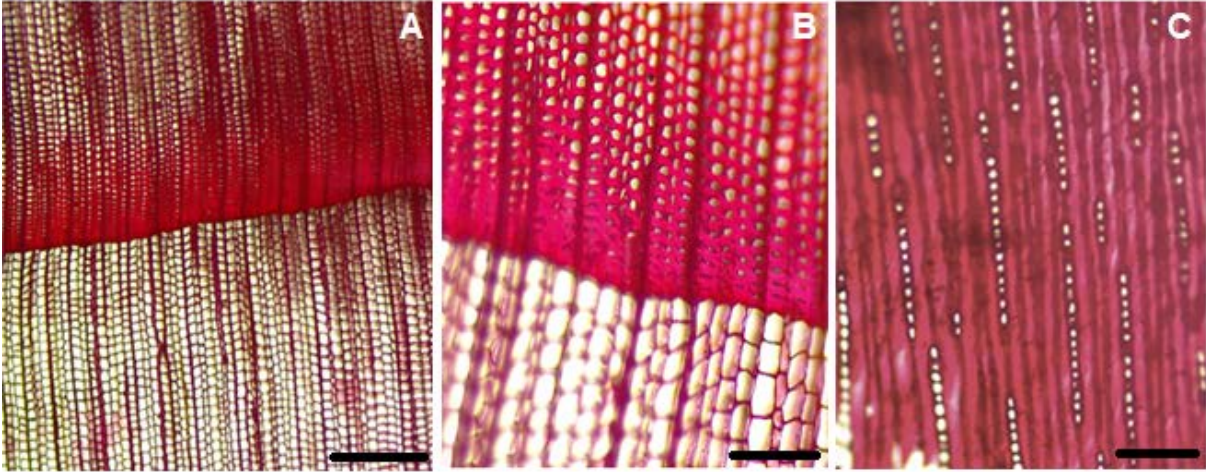
göstermiştir (Tablo 1). Aytuğ (1959)'un Türkiye göknar türleri üzerinde morfolojik esaslar ve anatomik araştırmalar adlı çalışmasında Kazdağı göknarı odununda traheid uzunluğu değerlerini bu çalışmada çıkan değerlerden 2 kat daha yüksek bulmuş olup traheid genişliği değerleri ise bu çalışmada elde edilen değerlere yakın çıkmıştır. Farklı değerlerin olması çalışmaların yapıldığı bölgelerin farklı olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama traheid lümen genişliği 19,1 μm ve traheid çeper kalınlığı 2,3 μm bulunmuştur. Yüksek yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama traheid lümen genişliği 16,1 μm ve traheid çeper kalınlığı 2,3 μm bulunmuştur (Tablo 1). Sonuçlara göre, ortalama traheid lümen genişliği ve çeper kalınlığı alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında daha yüksek değerler göstermiştir. Körner ve Larcher (1988) yapmış oldukları çalışmada, yüksek yükselti basamağında gelişen bitki ömrünün daha çok düşük sıcaklıkların doğrudan ve dolaylı etkileriyle kısıtlandığını belirlemiştir. Yaptıkları çalışmada ayrıca, sıcaklığın her 1 km'lik yükselti değişiminde 5-10 $^{\circ}\text{C}$ azaldığını bulmuşlardır. Bu çalışmada da, traheid lümen genişliği ve yıllık halka genişliklerinin alçak yükselti basamağında gelişen göknarlarda (1200 m) daha yüksek olmasının nedeni yağış ile açıklanabilir. Yükselti arttıkça genellikle hava sıcaklığı ve yağış miktarı azalmaktadır. Alçak yükselti basamağında çoğunlukla yağış daha fazla olmaktadır. Yağışın daha fazla olması, ağacın daha iyi büyüüp gelişmesine neden olmaktadır (Körner ve Larcher, 1988; Grabherr vd., 1994; Beniston, 2003; Körner, 2003; Naud vd., 2019).

Özışın hücrelerinde yapılan ölçümlerde, özışınlarının çoğunlukla 2-24 hücre yüksekliğinde ve bazen de 24'den fazla hücreli olduğu gözlemlenmiştir. Özışınları çoğunlukla tek sıralı yani üniseridir (Şekil 3 ve 4). Alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında ortalama özışın yüksekliği 289,7 μm ve ortalama özışın genişliği 28,5 μm bulunmuştur. Yüksek yükseltide gelişen göknar odunlarında ortalama özışın yüksekliği 265,7 μm ve ortalama özışın genişliği 19,4 μm bulunmuştur (Tablo 1). Sonuçlara göre, ortalama özışın genişliği alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında yüksek değerler göstermiştir. Fakat özışın yüksekliği ölçümlerinde farklı yükseltilere bağlı olarak istatistiki anlamda fark bulunamamıştır. Bununla beraber, 1 mm'deki özışın sayısı istatistiki analiz sonuçlarına göre ise alçak yükselti basamağında gelişen göknar odunlarında özışın sayısı (ortalama 100) yüksek yükselti basamağında gelişen göknarlardan (ortalama 60) istatistiki anlamda yüksek değerler göstermiştir.



Şekil 3. Alçak yükselti basamağında gelişen Kazdağı Gökknarına ait mikroskobik görüntüler. (A) enine kesit Bar = 300 μm ve (B) enine kesit Bar = 200 μm ve (C) radyal kesitte öz ışınları Bar = 150 μm



Şekil 4. Yüksek yükselti basamağında gelişen Kazdağı Gökmarına ait mikroskopik görüntüler. (A) enine kesit Bar = 300 µm ve (B) enine kesit Bar = 200 µm ve (C) radyal kesitte öz ışınları Bar = 150 µm.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada 1200 ve 1600 m olmak üzere 2 farklı yükselti basamağında Türkiye'nin önemli endemik türlerinden biri olan Kazdağı gökmarının anatomik ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları, yüksek yükselti basamağında gelişen ağaçlara göre daha yüksek boy ve göğüs çapı büyümesi göstermiştir. Alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları ayrıca, daha geniş yıllık halka genişliği göstermekle beraber bazı anatomik hücre karakterlerinde (traheid lümen genişliği, özışını genişliği ve sayısı) de yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarlardan daha yüksek değerler göstermiştir. Yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarların traheid uzunluk ve genişlikleri ise alçak yükselti basamağında gelişen gökmarlardan daha yüksek değerler ortaya koymuştur. Çalışmanın sonucuna göre, her iki yükselti basamağına da uyum sağlayabilen Kazdağı gökmarının alçak yükselti basamağında büyüme ve gelişmesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, alçak yükselti basamağında gelişen gökmar ağaçları morfolojik özellikler, yıllık halka genişliği, traheid lümen genişliği, özışını genişliği ve sayısı bakımından yüksek yükselti basamağında gelişen gökmarlara göre daha yüksek değerler göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde ve alan ölçümlerinin yapılmasında katkı sağlayan Daday Orman İşletme Müdürlüğü Müdür Yardımcısı Muhammet Ali KELEŞ'e yardımlarından ötürü teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Yazar E: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Yazar S: Analizi planlamış ve tasarlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akkemik, Ü., Oral, D. (2011). *Abies Mill. Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular)* (Ed. F. Yaltırık, Ü. Akkemik). OGM Yayınları. pp.214.
- Anşin, R., Özkan Z. (1997). *Tohumlu bitkiler ve odunsu taksonlar*. KTÜ Orman Fakültesi, 167/19, 1.baskı 1993, 2.baskı 1997, Trabzon, 512 s.
- Atalay, İ., Efe, R. (2015). *Türkiye Bitki Coğrafyası (Türkiye vejetasyon ve Hayvan Coğrafyası)*, Meta

- Basım. İzmir.
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniv. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Aytar, F., Hızal, E. (2012). Toros Göknarı, *Abies cilicica* (Antoine et Kotschy) Carrière'nin endemik bir zararlısı; *Pityokteines marketae* Knížek, (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (2): 277-285.
- Aytuğ, B. (1959). Türkiye Göknar Türleri Üzerinde Morfolojik Esaslar ve Anatomik Araştırmalar. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University.
- Belen, İ. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020- Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi (FRA).
- Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: A review of possible impacts. Climatic Change, 59: 31.
- Chen, L., Huang, J. G., Alam, S. A., vd. (2017). Drought causes reduced growth of trembling aspen in western Canada. Glob Change Biol., 23:2887–2902.
- Coode, M. J. E., Cullen, J. (1965). *Abies* Miller. In (Davis, P. H. Editör); Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 1, pp. 67-70, at the University Press, Edinburgh.
- Dallimore W, Jackson, A.B. (1966). A Handbook of the Coniferae and Ginkgoaceae, 4th ed (revised by Harrison S G). New York: St. Martin's Press, 45–90.
- Davis, P.H. (1965–1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1–9. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Esper, J., Frank, D. C., Wilson, R. J., Büntgen, U., & Treydte, K. (2007). Uniform growth trends among central Asian low-and high-elevation juniper tree sites. Trees, 21(2), 141-150.
- Farjon, A. (2010). A Handbook of the World's Conifers. W.Brill Academic Publishers.Leiden, Boston.
- Franklin, G. L. (1945). Preparation of thin sections of synthetic resins and woody resin composites and a new method for wood. Nature, 155: 3924–3951.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. Nature, 369: 448.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezhât Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, Flora Dizisi: 1, İstanbul.
- IAWA Committee. (2004). IAWA List of microscopic features for softwood identification by an IAWA Committee. Richter, H.G.; Grosser, D.; Heinz, I.; Gasson, P.E. (eds.). IAWA Journal, 25: 1-70.
- Kaya, Z., Skaggs, A., Neale, D. B.(2008). Genetic Differentiation of *Abies equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss) Mattf. Populations from Kazdagi, Turkey and the Genetic Relationship between Turkish Firs belonging to the *Abies nordmanniana* Spach Complex. Turkish Journal of Botany, 32: 1-10.
- Keleş, S.Ö. (2020). The Effect of Altitude on the Growth and Development of Trojan Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* [Asch. & Sint. ex Boiss] Coode & Cullen) Saplings. Cerne, 26, 381-392.
- Körner, C. (2003). Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Berlin, Germany: Springer.
- Körner, C., & Larcher, W. (1988). Plant Life in Cold Climates, in Long, S. F. and Woodward, F. I.(eds.), Plants and Temperature, The Company of Biol Ltd, Cambridge, pp. 25–57.
- Kutluk, H., Aytuğ, B. (2001). Endemic Plants of Turkey, Proceedings of the Second Balkan Botanical Congress (14-18 Mayıs, İstanbul, 2000), 1: 285-288.
- Li, Y., Zhou, G., Huang, W., Liu, J., Fang, X. (2016b). Potential effects of warming on soil respiration and carbon sequestration in a subtropical forest. Plant Soil 409 247–257.
- Li, Y., Liu, J., Zhou, G., Huang, W., Duan, H. (2016a). Warming effects on photosynthesis of subtropical tree species: a translocation experiment along an altitudinal gradient. Sci. Rep. 6:24895.
- Moore, D. M. (1982). Flora Europaea-Checklist and Chromosome Index. Cambridge: Cambridge University Press, 45.
- Naud, L., Måsviken, J., Freire, S., Angerbjörn, A., Dalén, L., Dalerum, F. (2019). Altitude effects on spatial components of vascular plant diversity in a subarctic mountain tundra. Ecology and evolution, 9(8): 4783–4795.
- OGM (2020). Orman Genel Müdürlüğü 2020 Web sayfası.

- <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>.
- Özden Keleş, S., Savacı, G. (2021). Seasonal variation of morphological traits, wood formation, and soil properties differs between *Quercus robur* L. and *Robinia pseudoacacia* L. saplings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36(5), 344-353.
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L.; Serdar, B. (2016). Effect of altitude and aspect on various wood properties of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 397-406.
- Velioğlu, E., Tayanç, Y., Çengel, B., Kandemir, G. (2012). Genetic variability of seed characteristics of *Abies* populations from Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3): 27-35.
- Xiang, Q. P. (2000). Systematic studies on the genus *Abies*. Dissertation for the Doctoral Degree. Beijing: Institute of Botany, Chinese Academy of Science (in Chinese).
- Xiang, X., Cao, M., Zhou, Z. (2007). Fossil history and modern distribution of the genus *Abies* (Pinaceae). *Frontiers of Forestry in China*, 2(4): 355-365.
- Yaltrık, F., Efe, A. (2000). *Dendroloji Ders Kitabı: Gymnospermae-Angiospermae*. 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi.
- Yaman, B. (2007). Comparative wood anatomy of *Pinus sylvestris* and its var. *Compacta* in the West Black Sea region of Turkey. *IAWA Journal*, 28: 75-81.
- Yaman, B., & Sarıbaş, M. (2004). Türkiye'nin Euxine Bölgesindeki Doğal Kavak (*Populus* L.) Taksonlarında Yükseltiyle İlişkili Olarak Trahe Hücre Boyutlarındaki Varyasyonlar. *Turkish Journal of Forestry*, 5(1), 111-123.
- Zheng, L., Gaire, N. P., & Shi, P. (2021). High-altitude tree growth responses to climate change across the Hindu Kush Himalaya. *Journal of Plant Ecology*, 14(5), 829-842.

Mermer Atıklarının Düz Presleme Yöntemiyle Üretilen Odun Plastik Kompozitlerinde Değerlendirilmesi

Sefa Durmaz^{1,*}

¹Ormanlık Bölümü, Kavaklıdere Meslek Yüksekokulu, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 08.03.2022

Kabul: 23.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada, dünya rezervlerinin önemli bir kısmı ülkemizde olan mermer cevherinin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıkların odun plastik kompozitlerinin (OPK) üretiminde değerlendirilmesi incelenmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda mermer atıkları (%0, 10, 15, 20, 25, 30) odun ve plastik ile karıştırılarak düz presleme yöntemiyle OPK üretimi gerçekleştirilmiştir. Mermer atıklarının OPK'nın bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu amaçla levhaların su alma ve kalınlığa şişme değerine bakılmıştır. Odun unu oranının azalması hidrofobik karakterde bir yapının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Böylece artan mermer atığı oranı su alma ve kalınlığa şişme değerlerini önemli oranda iyileştirmiştir. Bunun aksine mermer atıkları mekanik özelliklerin azalmasına neden olmuştur. Eğilme direnci ve vida tutma direnci değerlerinde sırasıyla %26 ve %38'e varan azalmalar meydana gelmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü ise önce düşmüş ardından artışa geçmiştir. Çekme direnci değerlerinde meydana gelen kayıp ise daha düşük olmuştur. LOI test sonuçları mermer atıklarının yanma direncini artırdığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler – Mermer atıkları, OPK, fiziksel ve mekanik özellikler, LOI

Evaluation of Marble Waste in Wood Plastic Composites Produced by Flat Pressing Method

¹Department of Forestry, Kavaklıdere Vocational School, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey

Article History

Received: 08.03.2022

Accepted: 23.06.2022

Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – In this study, the evaluation of marble wastes in the production of wood-plastic composites (WPCs) was evaluated. For this purpose, different ratios of marble waste (0, 10, 15, 20, 25, 30) were mixed with wood and plastic to produce WPCs by flat pressing method. The effects of marble waste on some physical and mechanical properties of WPCs were investigated. For this purpose, the WPCs' water absorption and thickness swelling values were examined. The decrease in the wood flour resulted with a better hydrophobic structure. Therefore, increasing marble waste improved the resistance to water absorption and thickness swelling properties significantly. On the contrary, marble wastes caused a decrease in mechanical properties. Reductions up to 26% and 38% occurred in flexural strength and screw withdrawal strength, respectively. The modulus of elasticity first decreased and then increased. The decrease in tensile strength, on the other hand, was more moderate. According to LOI test results, marble waste has also increased the flammability resistance.

Keywords – Marble waste, WPC, physical and mechanical properties, LOI

¹  sefadurmaz@mu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan çevresel baskılar üreticileri çevre dostu ürünler üretmeye zorlamaktadır. Aynı zamanda artan tüketici bilinci yeşil etikete sahip ürünlerin pazarlanmasını kolaylaştırmaktadır. Ağaç malzeme yenilebilir, sürdürülebilir ve biyolojik olarak bozunabilir bir malzemedir. Bu nedenle günümüzde en çok tercih edilen yapı malzemelerinden bir tanesi haline gelmiştir. Ancak artan insan popülasyonu doğal kaynakların sınırlarını zorlamakta ve giderek azalmasına neden olmaktadır. Ormanlar ekonomik sebepler, tarımsal amaçlar ya da farklı nedenlerden dolayı sürekli olarak tahrip edilmektedir (Mohamed, 2021). Son 30 yılda 178 milyon ha. ormanlık alan kaybedilmiş olup günümüzde dünya ormanlık alanı 4,06 milyar ha. kadar gerilemiştir (FAO, 2020). Bu durum günümüzde talebi giderek artan orman ve orman ürünlerinin daha verimli kullanılmasını gündeme getirmiştir.

Kompozit malzeme iki veya daha fazla bileşenin bir araya getirilmesiyle yeni malzemenin mevcut bileşenlerden daha iyi özelliklere sahip olması olarak tanımlanmaktadır (Pamphet, 1981). Odun bazlı kompozit malzemeler (kontrplak, yonga levha, lif levha, vb.) yapısal amaçlı veya mobilya üretiminde yıllardır kullanılmaktadır. Odun plastik kompozitleri de odun ve plastiğin birleştirilmesiyle elde edilen odun bazlı bir kompozit türüdür (Kim ve Pal, 2010). İlk başlarda termoset reçineler (fenol formaldehit vb.) ile üretilmeye başlanmış olsa da günümüzde çoğunlukla termoplastikler (polietilen, polipropilen, polivinil klorür vb.) ile üretilmektedirler. Odun plastik kompozitleri yer döşemesi, park bahçe mobilyaları, bina kaplamaları, çit, tirabzan, pencere ve kapı çerçeveleri gibi birçok kullanım yerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kaçamer vd., 2019; Karakuş, 2018; Kim ve Pal, 2010; Kylosov, 2007; Sozen vd., 2017; Zor vd., 2018).

Odun plastik kompozitlerinin temel bileşenlerinden bir tanesi olan plastik bir petrol türevidir. Bu nedenle oduna kıyasla plastiğin yüksek fiyatı üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Düşük fiyata sahip olan odun, dolgu maddesi olarak plastiğe eklenerek üretim maliyetlerini düşürmektedir (Rowell, 2012). Aynı zamanda doğal olması nedeniyle üretilen malzemeyi daha çevreci bir hale getirmektedir. Maliyeti düşürmesinin ve doğal olmanın yanında malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmesi, sertliğini arttırması gibi birçok olumlu özelliği de beraberinde getirmektedir (Clegg ve Colleyer, 1986). Odun liflerinden başka farklı organik (keten lifi, vb.) ve inorganik (cam lifi, karbon lifi, vb.) bileşenlerde dolgu malzemesi ya da güçlendirici olarak plastiğe eklenmektedir (Durmaz vd., 2021; Mantia vd., 2005; Razei vd., 2008). Bu şekilde odun plastik kompozitlerinin fiziksel, mekanik, termal vb. özelliklerinin iyileştirilmesi ve kullanım alanlarının arttırılması amaçlanmaktadır. Bunun yanında farklı sanayi atıkları da odun plastik karışımına eklenerek çevresel atıkların değerlendirilmesi amaçlanmaktadır (Chaharmahali vd., 2008; Guo vd., 2010).

Ülkemiz mineral bakımından zengin ülkelerden bir tanesidir (Başyigit, 2021). Bu nedenle birçok mineral ve cevher üretimi yapılmaktadır. Mermer bunlardan bir tanesi olup, ülkemiz 5,2 milyar m³ ile dünya mermer rezervlerinin yaklaşık %40'ına sahiptir (Çetin, 2003). Ancak mermer üretimi sırasında %15-50 oranında toz atık oluşmaktadır (Öztürk, 2018). Toz atıklar toprak verimliliğini düşürerek ve alkalilik oranını arttırarak çevreyi olumsuz etkilemekte ve doğal yaşamı tehdit etmektedir (Sufian vd., 2021). Çeşitli çalışmalar ile mermer tozlarının değerlendirilmesine ve çevre kirliliğinin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bayraktar vd., (2021) bazalt lifleri ile güçlendirilmiş çimento içerisine mermer tozları eklemişler ve mekanik özelliklerin iyileştiğini gözlemlemişlerdir. Abdulla ve Majeed, (2021) su ile ilişkili zeminlerin su alma özelliklerini iyileştirmek için mermer tozlarını kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada artan mermer tozu ilavesi ile zeminlerin şişme özelliklerinde iyileşmeler olduğunu belirtmişlerdir. Bilgin vd., (2012) mermer tozlarını tuğla yapımında katkı maddesi olarak eklemişlerdir. Yapılan çalışmada mermer tozunun fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri olumlu etkilediği belirtilmiştir. Dündar vd., (2016) mermer tozunu farklı oranlarda odun plastik karışımı içerisine ekleyerek fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişimi incelemişlerdir. Artan mermer tozu içeriği su alma değerlerini iyileştirirken, mekanik özelliklerde azalmaya neden olmuştur. Chen vd., (2018) yapay mermer tozlarının odun plastik kompozitlerinin fiziksel, mekanik ve termal özelliklerine etkisini incelemiştir. Yapay mermer tozlarının yanma direncini iyileştirdiğini, eğilme direncini arttırdığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada farklı miktarlarda mermer tozu, çam odunu ve yüksek yoğunluklu polietilen karıştırılarak düz presleme yöntemi ile odun plastik kompozitleri üretilmiştir. Düz presleme yöntemi düşük yatırım maliyeti, yüksek verimlilik ve yüksek üretim oranı gibi olumlu özelliklere sahip olması sebebiyle bu

çalışmada tercih edilmiştir (Benthien ve Thoemen, 2012). Çalışmada mermer tozunun fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca mermer tozunun yanma özelliklerine olan etkisi de limit oksijen indeksi (LOI) testi ile belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Dolgu maddesi olarak 40-60 mesh boyutunda sarıçam odununu (*Pinus sylvestris* L.) Marmara Talaş Şirketinden (İstanbul, Türkiye) temin edilmiştir. Yüksek yoğunluklu polietilen toz halinde hazır olarak Uçar Plastik Kimya Sanayi'nden (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir. Yüksek yoğunluklu polietilenin yoğunluğu 0,965 g/cm³'tür. Erime akış indeksi (MFI) 5,5g/10 dk (190 °C/2,16 kg). Uyumlaştırma ajanı (Coupling agent) olarak maleik anhidrit grafte polietilen (MAPE) kullanılmıştır. Uyumlaştırma ajanının yoğunluğu ve erime akış indeksi sırasıyla 0,92 g/cm³ ve 3 g/10 dk (190 °C/2,16 kg)'dir. Mermer atıkları (20 mesh) yerel mermercilerden (Muğla, Türkiye) atık toz olarak temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Üretimden önce odununu rutubeti kurutma fırınında %2 altına düşürülmüştür. Odununu, plastik ve mermer tozu belirlenen oranlarda önce mekanik karıştırıcı (1200 dev/dk) ile karıştırılmıştır. Ardından tamburlu karıştırıcı ile (30-40 dev/dk) 5 dk boyunca karıştırılmıştır. Elde edilen karışım alüminyum plaka üzerine serilmiştir. Karışımın plakalar üzerine yapışmasını engellemek için yağlı kâğıt kullanılmıştır. Taslağa 175 °C sıcaklıkta 15 dk boyunca sıcak presleme (CemilUsta SSP 125, İstanbul, Türkiye) yapılmıştır. Hedeflenen taslak yoğunluğu 1 gr/cm³'tür. Paneller 500 mm x 500 mm x 4 mm boyutlarında üretilmiştir. Odununu, plastik ve mermer tozu karışım oranları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Odununu, plastik ve mermer tozu karışım oranları.

Gruplar	Odun (%)	Mermer Tozu (%)	Plastik (%)	Uyumlaştırma Ajani (%)
OU20MA30	20	30	48	2
OU25MA25	25	25	48	2
OU30MA20	30	20	48	2
OU35MA15	35	15	48	2
OU40MA10	40	10	48	2

2.3. OPK Levha Özelliklerinin Belirlenmesi

Levhalar fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Tablo 2'de verilen standartlara uygun şekilde CNC router yardımıyla ebatlanmıştır. Örnekler ASTM D618 standardına göre 23±2 °C ve bağıl nemi %50±5 olan iklimlendirme odasında kondisyonlanmıştır.

Su alma ve kalınlığa şişme değerleri için örneklerin ağırlıkları belirlenmiş ve birbirine değmeyecek şekilde su tankının içine yerleştirilmiştir. Örneklerin ağırlıkları 24, 72, 168 ve 336 saat arayla ölçülmüştür.

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testi universal test makinesi kullanılarak belirlenmiştir. Kırılma anındaki en büyük kuvvetin oluşturduğu momentin atalet momentine oranlanmasıyla eğilme direnci hesaplanmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü değeri için ilgili standart dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

Çekme direnci testi üniversal test makinesi kullanılarak belirlenmiştir. Çekme çenelerine tutturulan örnekler maksimum yüke ulaşınca kadar sabit bir hızda zıt yönlere doğru çekilmiştir. Örneğin orta noktasından kopmasıyla kırılma anındaki en yüksek kuvvet bulunmuş ve çekme direnci hesaplanmıştır.

Tablo 2

Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Özellik	Standartlar	Örnek Boyutu
Su alma ve kalınlığa şişme	ASTM D 570-98	50 mm x 50 mm x 4 mm
Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü	ASTM D790-17	127 mm x 12.7 mm x 4 mm
Çekme direnci	ASTM D 638-14	165 mm x 19 mm x 4 mm
Vida tutma direnci	ASTM D 1037-12	50 mm x 50 mm x 4 mm
Limit oksijen indeks (LOI) testi	ASTM D 2863-19	127 mm x 12.7 mm x 4 mm

Vida tutma direnci üniversal test makinesi kullanılarak belirlenmiştir. Vida tutma direnci için vida boyutları 4.2 mm x 38 mm, başlık numarası, 4.2 mm, vida açıklığı 1.4 mm olan vidalar kullanılmıştır. Örneklere 2.7 ± 0.1 mm çapında kılavuz delikleri açılmıştır. Vidalar örnek içerisine yerleştirilerek çekilmiş ve elde edilen maksimum kuvvetten yararlanılarak vida tutma direnci belirlenmiştir.

LOI testi örneklerin alevli olarak yanmaya devam edebilmesi için gerekli olan minimum oksijen miktarını belirlemektedir. Örneklerin LOI değerleri Dynisco LOI analyzer instrument (Franklin, USA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Fiziksel Özellikler

Mermer atıklarının odun-plastik kompozitlerinin fiziksel özelliklerine olan etkisini belirlemek için su alma ve kalınlığa şişme testleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te fiziksel özelliklere ilişkin bulgular verilmiştir.

Tablo 3

Fiziksel testlere ilişkin bulgular

Gruplar	Su Alma (%)				Kalınlığa Şişme			
	24 h	72 h	168 h	336 h	24 h	72 h	168 h	336 h
OU20MA30	2,34 ^a (0,52)	4,83 ^a (0,65)	7,22 ^a (0,64)	8,09 ^a (0,45)	2,86 ^a (0,44)	3,17 ^a (0,68)	3,78 ^a (0,53)	4,09 ^a (0,27)
OU25MA25	3,88 ^b (0,34)	7,05 ^b (0,21)	9,54 ^b (0,57)	9,99 ^b (0,47)	3,42 ^b (0,31)	4,49 ^b (0,24)	4,71 ^b (0,43)	5,51 ^b (0,25)
OU30MA20	4,17 ^b (0,24)	7,61 ^b (0,33)	10,58 ^b (0,57)	11,14 ^c (0,82)	3,71 ^{bc} (0,50)	5,55 ^c (0,46)	6,25 ^c (0,21)	6,89 ^c (0,18)
OU35MA15	5,78 ^c (0,41)	9,32 ^c (0,39)	12,44 ^c (0,44)	13,12 ^d (0,65)	3,90 ^{bc} (0,38)	5,99 ^{cd} (0,43)	6,58 ^{cd} (0,32)	7,24 ^{cd} (0,68)
OU40MA10	5,90 ^{cd} (0,65)	10,06 ^{cd} (1,14)	13,06 ^c (1,19)	14,06 ^d (1,01)	4,13 ^{cd} (0,41)	6,35 ^d (0,54)	7,05 ^d (0,64)	7,94 ^{de} (0,54)
OU50MA0	6,51 ^d (0,70)	10,90 ^d (1,21)	14,23 ^d (1,25)	15,35 ^e (1,26)	4,48 ^d (0,39)	7,41 ^e (0,61)	8,60 ^e (0,62)	8,74 ^e (0,61)

Not: Parantez içerisindeki veriler standart sapmayı göstermektedir, farklı harfler (a, b, c, d, e) istatistiksel olarak farklılık ($p < 0.05$) olduğunu göstermektedir.

Mermer atıklarının üretime eklenmesiyle fiziksel özelliklerde iyileşme meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre 24 saatin sonunda su alma değerlerinde %65'e varan, kalınlığa şişme değerlerinde %36'ya varan azalma meydana gelmiştir. Bu durum 336 saatin sonun su alma için %47, kalınlığa şişme için %53 olmuştur. Odunun hücre yapısında bulunan hidroksil grupları su molekülleri ile kolaylıkla bağ yapabilmektedir (Ayrılmis vd., 2011). Bu durum lif doygunluk noktasına kadar (~%28) odunun boyut değiştirmesine neden olmaktadır. Mermer atıklarının kompozit içerisindeki miktarının artırılması odununu miktarı azaltmıştır. Böylece odun-su ilişkilerinin daha sınırlı kalmasıyla boyut değiştirme ve su alma değerleri azalmıştır.

3.2. Mekanik Özellikler

Mermer atıklarının odun plastik kompozitlerinin mekanik özelliklerine olan etkisini belirlemek için eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, çekme direnci ve vida tutma direnci testleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 4'te mekanik özelliklere ilişkin elde edilen bulgular verilmiştir. Mermer atıklarının eklenmesiyle mekanik özelliklerde düşüş meydana gelmiştir. Artan mermer atığı içeriği eğilme direncinde %26'ya kadar düşüşe neden olmuştur. Odunun polar, plastiğin apolar yapısı nedeniyle odun plastik kompozitlerinde uyumsuzluk zaten mekanik özellikleri olumsuz etkilemektedir (Kim ve Pal, 2010). Mermer atığı ilavesiyle bu uyumsuzluk daha da artmış ve mekanik özelliklerin daha fazla olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. En yüksek eğilme direnci değeri kontrol örneğinden sonra %10 mermer atığı içeren levhalardan elde edilirken, en düşük değer %30 mermer atığı içeren levhalardan elde edilmiştir. Ancak %20 ve üzeri mermer atığı içeren levhaların eğilme direnci değerleri arasında çok fazla bir fark olmaması dikkat çekmektedir. İstatistiksel olarak farklılıklar olsa da en önemli ayırım %10'dan sonra oluşmuştur. Farklı olarak Chen vd., (2018) artan yapay mermer tozu ilavesinin eğilme direnci değerlerini arttırdığını belirtmiştir. Eğilme direncinden farklı olarak eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde önce düşüş meydana gelmiş ardından değerlerin arttığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Dündar vd., (2016) mermer tozlarının polipropilen bazlı odun plastik kompozitlerinin eğilmede elastikiyet değerlerini olumlu etkilediğini belirtmiştir. Sadece %10 ve %30 mermer atığı içeren levha gruplarında eğilmede elastikiyet modülü değerleri kontrole göre düşük çıkmıştır. Artan mermer atığı içeriği eğilmede elastikiyet modülü değerlerini %5'e kadar arttırmıştır. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri %25 mermer atığı içeren levha grubunda bulunmuştur.

Tablo 4.
Mekanik testlere ilişkin bulgular

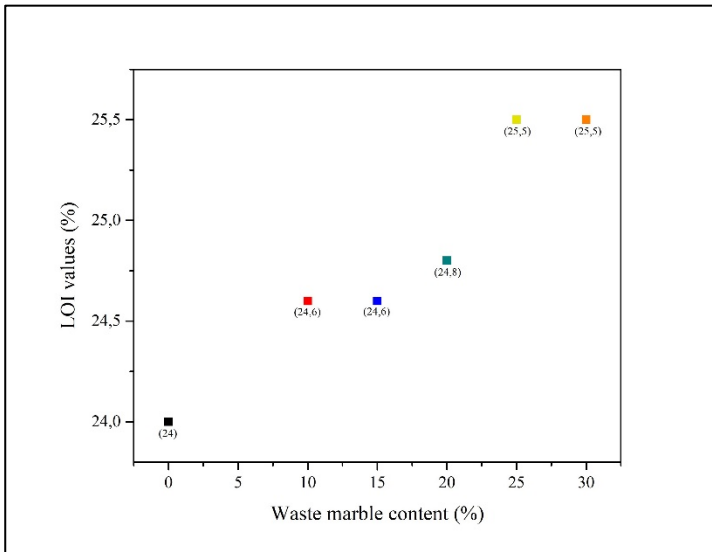
Gruplar	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Çekme Direnci (MPa)	Vida Tutma Direnci (MPa)
OU20MA30	24,52 ^a (0,49)	2477 ^a (118)	11,66 ^a (0,66)	103,00 ^a (8,28)
OU25MA25	25,23 ^{ab} (0,90)	2789 ^c (66)	11,71 ^a (0,37)	152,00 ^b (7,04)
OU30MA20	25,45 ^{ab} (0,92)	2745 ^{bc} (122)	12,01 ^{ab} (0,55)	153,00 ^{bc} (7,03)
OU35MA15	25,75 ^b (0,64)	2694 ^{bc} (119)	12,20 ^{ab} (0,53)	162,00 ^{bcd} (11,79)
OU40MA10	31,54 ^c (1,53)	2563 ^a (52)	12,45 ^b (0,63)	163,60 ^{cd} (5,31)
OU50MA0	33,19 ^d (1,57)	2658 ^b (139)	12,80 ^c (0,68)	167,20 ^d (5,07)

Eğilme direnci sonuçlarına benzer şekilde mermer atığı ilavesinin çekme direnci değerlerini de olumsuz etkilediği görülmektedir. Ancak eğilme direnci sonuçlarından farklı olarak çekme direnci değerlerindeki düşüş daha sınırlı kalmıştır. Artan mermer atığı içeriği çekme direnci değerlerinde %9'a kadar düşüşe neden olmuştur. En yüksek çekme direnci kontrol grubunda bulunurken, en düşük değer %30 mermer atığı içeren levha grubunda bulunmuştur. İstatistiksel olarak bakıldığında kontrol örneği dışında homojenlik grupları arasındaki farklılığın sınırlı kaldığı görülmektedir. Odun plastik kompozitlerini oluşturan bileşenler arasındaki uyumsuzluk yük anında ortaya çıkan gerilimin iyi bir şekilde iletilmesini engellemekte ve bu

durum mekanik özelliklerin düşmesine neden olmaktadır (Klasov, 2007). Çekme direncine benzer şekilde vida tutma direncinde de düşüş kaçınılmaz olmuştur. Odunun lifli yapısı vida dişlerinin tutunmasını arttırmakta ve vida tutma direncinin daha yüksek elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak mermer atığı sert yapısı nedeniyle tutunmayı güçleştirmekte ve direnç değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Tablo 2’de verilen sonuçlar dikkat alındığında vida tutma direnci %38’e kadar düşmüştür. En yüksek vida tutma direnci kontrol örneğinden sonra %10 mermer atığı içeren levha grubunda bulunurken, en düşük değer %30 mermer atığı içeriğinde bulunmuştur. Ancak istatistiksel olarak bakıldığında %15 mermer atığı içeriğine kadar anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Vida tutma değerleri incelendiğinde de önemli derecede azalma diğer gruplardan farklı olarak %30 mermer atığı içeren levha grubunda bulunmuştur.

3.3. LOI Testi

Mermer atıklarının odun plastik kompozitlerinin yanma özelliklerine etkisi LOI testi ile belirlenmiştir. Şekil 1’de LOI değerlerine ilişkin veriler verilmiştir. LOI değerleri 24 ile 25,5 arasında değişmektedir. Mermer atıklarının eklenmesi LOI değerlerini iyileştirmiştir. Plastik ve odun unu yapısı gereği yanabilmektedir. Mermer atık miktarının artması, odun unu miktarının düşmesi yanmaya karşı direnci arttırmıştır. En yüksek yanma değerleri %30 mermer atığı içeren levha grubunda bulunurken, en düşük değer mermer atığı içermeyen kontrol grubunda bulunmuştur. Ayrıca mermer atığı ilavesi plastiğin damlamasını azaltırken, kömürleşme (char) oranını da arttırmıştır. Chen vd. (2018) yapay mermer tozu atık oranı arttıkça LOI değerlerinin önemli oranda arttığını ifade etmiştir. Yapay mermer tozu içeriğinin bozunma sırasında ısıyı engellediği ve oksijen izolasyonu ile yanma değerlerini iyileştirmiş olabileceğini ifade etmiştir.



Şekil 1. LOI test sonuçları (%)

4. Sonuçlar

Bu çalışmada farklı oranlardaki mermer atıklarının düz presleme yöntemiyle üretilen odun plastik kompozitlerinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Odunun yapısında bulunan serbest hidroksil grupları su molekülleri ile kolayca bağ yapabilmektedir. Artan mermer atığı oranıyla beraber matris içerisindeki odun oranı düşmüş ve suyla olan ilişki azalmıştır. Buna bağlı olarak su alma ve kalınlığa şişme değerlerinde önemli oranda iyileşmeler sağlanmıştır. Mermer atığı içermeyen kontrol grubunda su alma ve kalınlığa şişme değerleri hızla artarken, %30 mermer atığı içeren levha grubunda bu değişim daha sınırlı kalmıştır. Bu durumun aksine mekanik özelliklerde önemli kayıplar meydana geldiği söylenebilir. Odun ve plastik arasındaki uyumsuzluk zaten mekanik özellikleri olumsuz etkilemektedir. Ayrıca eklenen mermer atıklarının, OPK’yı oluşturan bileşenler arasındaki bağ yapabilmeye oranını sınırladığı ve bu durumun mekanik özelliklerde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Bunun aksine mermer atığı ilavesi ile eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde bir miktar iyileşme sağlanmıştır. Eğilme direncinde %26, çekme direncinde

%9'a varan azalmalar meydana gelmiştir. Benzer şekilde birleştirme elemanları için önemli olan vida tutma direncinde de artan mermer atığı içeriğiyle %38'e varan azalma tespit edilmiştir. LOI testi sonuçlarına göre artan mermer atığı içeriği odun plastik kompozitlerini yangına karşı dayanıklı hale getirmiştir. En yüksek LOI test değeri %25 ve %30 mermer içeriği olan levha gruplarında bulunmuştur. Mermer doğası gereği alev alan bir yapıya sahip değildir. Bu nedenle levha içerisinde ısının dağılmasını ve yanmanın geciktirilmesine katkı sağlamıştır. Mermer atıkları yüksek mekanik özelliklere ihtiyaç duyulmayan, yanmanın önemli olduğu, dış ortam koşullarında kullanılabilir. Böylece önemli miktarda ortaya çıkan bir atığın değerlendirilmesi çevreye büyük bir katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abdulla, R. ve Majeed, N. (2021). Enhancing engineering properties of expansive soil using marble waste powder. *The Iraqi Geological Journal*, 54(1), 43-53. <https://doi.org/10.46717/igj.54.1E.4Ms-2021-05-25>
- ASTM D 570-98 (2018). Standard Test Method for Water Absorption of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- ASTM D790-17 (2017). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- ASTM D 638-14 (2017). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- ASTM D 1037-12 (2020). Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- ASTM D 2863-19 (2019). Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-Like Combustion of Plastics (Oxygen Index), ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- Ayrilmis, N., Benthien, J.T., Thoemen, H. Ve White, R.H. (2011). Properties of flat-pressed wood plastic composites containing fire retardants. *Journal of Applied Polymer Science*, 122(5), 3201-3210. <https://doi.org/10.1002/app.34346>
- Başıyigit, M. (2021). Can Google Trends improve the marble demand model: A case study of USA's marble demand from Turkey. *Resources Policy*, 72, 102073. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102073>
- Bayraktar, O.Y., Kaplan, G., Gencel, O., Benli, A. ve Sutcu, M. (2021). Physico-mechanical, durability and thermal properties of basalt fiber reinforced foamed concrete containing waste marble powder and slag. *Construction and Building Materials*, 288, 123128. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123128>
- Benthien, J.T. ve Thoemen, H. (2012). Effects of raw materials and process parameters on the physical and mechanical properties of flat pressed WPC panels. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 43(4), 570-576. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2011.12.028>
- Bilgin, N., Yeprem, H.A., Arslan, SÖNMEZ., Bilgin, A., Günay, E. ve Marşoglu, M. (2012). Use of waste marble powder in brick industry. *Construction and Building Materials*, 29, 449-457. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.011>
- Çetin, T. (2003). Türkiye mermer potansiyeli, üretimi ve ihracatı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 243-256. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/77362>
- Chaharmahali, M., Tajvidi, M. ve Najafi, S.K. (2008). Mechanical properties of wood plastic composite panels made from waste fiberboard and particleboard, *Polymer Composites*, 29(6), 606-610. <https://doi.org/10.1002/pc.20434>
- Chen, H., He, H., Tian, S. ve Chen, S. (2018). Recycling of waste artificial marble powder in HDPE-wood composites. *Polymer Composites*, 39(7), 2347-2355. <https://doi.org/10.1002/pc.24215>
- Clegg, D.W. ve Collyer, A.A. (1986). *Mechanical properties of reinforced thermoplastics*. London and New York: Elsevier Applied Science Publishers LTD. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-009-4193-9?noAccess=true>
- Dundar, T., Ayrilmis, N., Akkus, M. ve Ulay, G. (2016). Effect of the marble powder and wood powder content on the technological properties of thermoplastic composites. *International Scientific Journal Machines. Technologies. Materials.*, 10(6), 13-16. Erişim adresi:

- <https://stumejournals.com/journals/mtm/2016/6/13.full.pdf>
- FAO (2020). The State of the World's Forests 2020. Erişim adresi: <https://www.fao.org/3/ca8642en/ca8642en.pdf>
- Guo, J., Tang, Y. ve Xu, Z. (2010). Performance and thermal behavior of wood plastic composite produced by nonmetals of pulverized waste printed circuit boards, *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 203-207. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.02.080>
- Kaçamer, Ö.G.S., Budakçı, M. ve Kap, Ö.Ü.T. (2019). Odun Plastik Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanılan Malzemelerle İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar. *International Marmara Sciences and Social Sciences Congress*, (pp. 526-534). Kocaeli, Turkey.
- Karakuş, K. (2008). *Üniversitemizdeki Polietilen ve Polipropilen Atıkların Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kim, J. K. ve Pal, K. (2010). *Recent advances in the processing of wood-plastic composites*. London-New York: Springer. Erişim adresi: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-14877-4>
- Klyosov, A.A. (2007). *Wood-plastic composites*. New Jersey: John Wiley and Sons. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470165935>
- Mantia, F.L., Morreale, M. ve Ishak, Z.M. (2005). Processing and mechanical properties of organic filler–polypropylene composites. *Journal of applied polymer science*, 96(5), 1906-1913. <https://doi.org/10.1002/app.21623>
- Mohamed, M.A. (2021). An assessment of forest cover change and its driving forces in the syrian coastal region during a period of conflict, 2010 to 2020. *Land*, 10(2), 191. <https://doi.org/10.3390/land10020191>
- Öztürk, M. (2018). *Mermer kesiminden kaynaklanan çevre kirliliği ve önlemleri*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre ve Şehir Kütüphanesi. Ankara. Erişim adresi: http://www.cevresehirkutuphanesi.com/assets/files/slider_pdf/5mgT7FNMcjwz.pdf (11.05.2019).
- Pamphlet, A.M.C. (1981). *Engineering Design Handbook: Discontinuous Fiberglass Reinforced Thermoplastics*. Alexandria: US Army Materiel Development and Readiness Command.
- Rowell, R.M. (2012). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. USA: CRC press. Erişim adresi: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b12487/handbook-wood-chemistry-wood-composites-roger-rowell>
- Sözen, E., Aydemir, D. ve Zor, M. (2017). The effects of lignocellulosic fillers on mechanical, morphological and thermal properties of wood polymer composites. *Drvna industrija*, 68(3), 195-204. <https://doi.org/10.5552/drind.2017.1709>
- Sufian, M., Ullah, S., Ostrowski, K.A., Ahmad, A., Zia, A., Śliwa-Wieczorek, K. ve Awan, A.A. (2021). An experimental and empirical study on the use of waste marble powder in construction material. *Materials*, 14(14), 3829. <https://doi.org/10.3390/ma14143829>
- Zor M., Kiziltas, A., Wang, L. ve Gardner, D.J. (2018). Heat treated wood-filled styrene maleic anhydride (SMA) copolymer composites. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 18(2), 203-214. <https://doi.org/10.17475/kastorman.371198>

About the Information About Forest and Forest Products in the Islamic World in Medieval Sources

Tunay KARAKÖK^{1,*}, Selman KARAYILMAZLAR²

^{1,*} Bartın University, Faculty of Literature, Department of History, Bartın, Türkiye

² Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Products Engineering, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 25.05.2022

Kabul: 01.07.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Abstract – With the emergence of humanity, the first human learned to make all kinds of tools and equipment he needed with the goods he obtained from these sources, especially from the forests and the sources that contain nutrients around him, to sustain his life. Thus, the first use of forests and the resources obtained from forest products by humans and the first way of living in forest areas emerged. However, forests in particular were in the position of resources that were used freely and irregularly in the beginning. In time, it has become necessary to determine the ownership status of forests in order to regulate the use of forests by administrative formations created by people and to protect forests. In the course of time, these political or administrative mechanisms have put an end to the concept of common ownership that allows everyone to benefit from forests as they wish. Established states, emirates, or whatever the name is, political mechanisms whose function is to manage societies have even had to include forest areas within the state land structure by the state. However, the increase and spread of settlement units called rural or village, which are called out of city centres, and the pressure of the population on the forests in such places has caused frictions between the villagers and the mechanisms that own the forests. In this study, the Information about Forest and Forest Products in the Islamic World according to the Medieval Sources is presented based on the information within the appropriate sample obtained from the sources of the period by using the qualitative research method. When we look at this information obtained through information and document analysis, it is seen that there are data that support and form the basis for the developments and changes in the relevant field today about forest and forest products in the world of the period. It is another finding that we have products in which forest and forest products are effective in many fields, from architecture to art, from shipping to kitchen tools, from heating to commerce.

Keywords – Middle Ages, Islamic Word, Forests, Forest Products

Ortaçağ Kaynaklarında İslam Dünyasındaki Orman ve Orman Ürünleri Hakkında Verilen Malumatlara Dair

^{1,*} Bartın Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Bartın, Türkiye

² Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 25.05.2022

Accepted: 01.07.2022

Published: 15.08.2022

Research Article

Öz – İnsanlığın ortaya çıkışı ile birlikte ilk insan yaşamını sürdürebilmek için ihtiyaç duyduğu besin maddelerini başta ormanlar olmak üzere, etrafındaki besin barındıran kaynaklardan, devamında ise bu kaynaklardan elde ettikleri eşyalar ile ihtiyaç duyduğu her türlü araç ve gerecini ağaç başta olmak üzere yapmayı öğrenmiştir. Böylece ormanlar ve ormanlardan elde edilen ürünlerden elde edilen kaynakların insanlar tarafından ilk kullanım şekli ve orman alanları içindeki ilk yaşama biçimi ortaya çıkmıştır. Ancak özellikle ormanlar başlangıçta serbest ve düzensiz bir şekilde yararlanılan kaynak konumundaydılar. Zamanla ise insanlar tarafından oluşturulan idari oluşumlarca ormanlardan faydalanmayı düzenlemek ve ormanları korumak için, ormanların mülkiyet durumunu belirleme gereği ortaya çıkmıştır. Aradan geçen zaman içinde ise bu siyasi yahut idari mekanizmalar ormanlardan herkesin dilediğince yararlanmasına olanak veren ortak mülkiyet anlayışına son vermiştir. Kurulan devletler, emirlikler, yahut adı ne olursa olsun işlevi toplumlari yönetmek olan siyasi mekanizmalar özellikle orman alanlarını devlet tarafından devlet arazisi yapısı içerisine almak zorunda bile kalmışlardır. Fakat, şehir merkezleri dışı diye tabir edilen taşra yahut köy adı verilen yerleşim birimlerinin artması ve yaygınlaşması ve bu tarz yerlerde nüfusun ormanlar üzerinde baskı oluşturması, köylüler ile ormanları sahiplenen mekanizmalar arasında sürtüşmeler yaşanmasına neden olmuştur. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılarak dönem kaynaklarından elde edilen uygun örneklem dahilindeki bilgilerden hareketle, Ortaçağ kaynaklarında İslam dünyasındaki orman ve orman ürünleri hakkında verilen bilgiler sunulmuştur. Bilgi ve doküman analizi yapılarak elde edilen bu bilgilere bakıldığında da, dönem dünyasında orman ve orman ürünleri hakkında bugünkü ilgili alanındaki gelişmeleri ve değişimleri destekleyici ve bunlara temel oluşturabilecek verilere ulaşıldığı görülmüştür. Mimariden, sanata, gemicilikten, mutfak araç gereçlerine, ısınmadan ticarete kadar pek çok sahada orman ve orman ürünlerinin etkin olduğu ürünlere sahip olunduğu da yapılan bir başka tespit olarak karşımıza çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler – Ortaçağ, İslam dünyası, Ormanlar, Orman ürünleri

¹  tkarakok@bartin.edu.tr

²  selmankzku@yahoo.com

* Corresponding Author / Sorumlu Yazar

1.Introduction: On Method, Aims and Sources

The Middle Age is seen by historians as a separate period between the Ancient World and modern times. It is generally accepted that the Middle Ages began with the “*Kavimler Göçü* or *Migration Period*” in 375 AD or the collapse of the Western Roman Empire in 476. It ended with the conquest of Istanbul by the Ottoman Empire in 1453, the collapse of the Byzantine Empire, or the discovery of the Americas in 1492 (Agibalova – Donskoy, 2017). Medieval historical studies contain important difficulties due to the scarcity of resources and the problems they contain. Unfortunately, many sources written in the Middle Ages have not reached the present day. The sources that have reached today are sufficient to illuminate only a small part of the events. This naturally requires the careful collection of all the different types of resources that have survived to the present day by researchers, their comparison with each other and their evaluation within a certain method. A researcher who wants to do scientific research on a subject about medieval history has to apply to many sources of different types. This difficulty was also encountered during this study. In order to overcome this difficulty, the study was carried out based on the sources of medieval Islamic history. The study was carried out in the light of the information obtained from the period sources of Islamic historiography, which developed in the form of general dates, city and region dates and special dates (Hizmetli, 1991; Şeşen, 1998; Lewis – Holt, 1962). As stated in the summary section, the study, which is a qualitative research, was written with the document-document analysis method by making appropriate sample selections and the information about the subject was tried to be presented to the researchers.

When we look at the Islamic geography in the Middle Ages, which covers a period of approximately 1100 years, we see that the Arab tribes, especially in the Arabian peninsula, tried to create the political life of the peninsula with states such as Ghassanids (200 AD-636 AD), Himyerians (115 BC-525 AD), Mainians (1400 BC-650 AD), Nabatis (300s BC-106 AD), Lahmians (200s BC-633 AD) and Sabaeans (750 BC-115 BC) established within the principle of *asabiyya* (Günaltay, 2013; Cahen, 1990). In this peninsula,. It evolved into a different period with the establishment of the Islamic State, was founded in 622 by the Prophet Muhammad. Afterwards, this geography, which is inhabited by societies trying to survive with both the new state and the new religion called Islam, and a lively and rapidly changing lifestyle and style (Wellhausen, 1989). With the death of Prophet Muhammad, he was entered a new period called *the period of the four caliphs*. With Caliphs who are Abu Bakr, Omar, Osman and Ali, the Islamic State of Medina, whose borders expanded to Syria, Iraq, Khorasan, Egypt, North Africa and even the Caucasus, outside the Arabian peninsula both politically, religiously and socio-culturally, would re-emerge in 661 under the name of the Umayyads (661-750) (Cahen, 1990; Hodgson, 1993; Aktan, 2016). On the other hand, under the name of the Abbasids (750-1258), it will be seen that he has now ensured the control of the entire Middle East, Near East, Anatolia, North Africa and the Arabian Peninsula (Uluçay, 2002). In the middle of the VIIIth century, with the struggle of the Turkish communities with the Muslim Arabs in the Battle of Talas in 751 and thus meeting with the religion of Islam, a new process will have started for both Islam and the Islamic world. Because the Turks will get to know this new religion very quickly, they will get used to it in a hundred years, and they will enter this religion in masses and become one of the strongest defenders of this religion in a short time. This event will enable the Turks to become the strongest of the religion of Islam and the Islamic geography after the 1000s. As a result of this situation, while Islam turns into a religion that rises in the hands of the Turks and is exported to new places, it will also find the opportunity to expand its sphere of domination. Turks, together with the Karakhanids (840-1212), Ghaznavids (963-1137), Seljuks (1040-1157), Tolunids (868-905), İhşidhies (935-969), Sultanate of Rûm (1077-1308) and Anatolian Principalities (1071-1522) established in the Anatolian geography will dominate the Islamic geography in various periods and by spreading their own culture and civilizations to these geographies, they will provide the birth of a new synthesis called Turkish Islamic civilization (Uluçay, 2002; Cahen, 1990; Kesik, 2018; Turan, 2003). Based on this information, the situation that should be considered when considering the term medieval Islamic world can be summarized in this way. In the light of all this information, then, when medieval Islamic sources are mentioned, both Arab, Turkish and Persian sources come to mind. Within the scope of this study, by using the works of *Al-Belazuri*³, *Ibnü'l-Esir*⁴, *Ibn Hişam*⁵, *El-*

³ El-Belazuri, Ahmed b. Yahya b. Câbir, *Ensâbu'l-Eşraf*, (Thk. Muhammed Hamidullah), Mısır, 1959.

⁴ İbnü'l-Esir, İzzuddin Ebu'l-Hasan Ali b. Muhammed b. Abdulkerîm el-Cezerî, *el-Kamil fi't-Tarih*, Beyrut, 1979.

⁵ İbn Hişam, Ebu Muhammed Abdulmelik el-Mu'afirî el-Himyerî, *es-Sîretü'n-Nebeviyye*, (Thk. Mustafa es-Sakka, İbrahim el-Ebyârî, Abdulhafiz Şelebî), Beyrut, 1990.

Kazvini⁶, Ibnu'l Mücavir⁷, Ibn Sina⁸, Ibn Havkal⁹, Ibn Battuta¹⁰, Al-Makrizi¹¹, Al-Belazuri¹² and et-Taberi¹³, within the data obtained from these works, determinations about forest, forestry and forest products in the Islamic geography of the period are included in this study.

2. Forest and Forest Products in Islamic Geography in Medieval Resources

When the medieval Islamic world is mentioned; a world that includes the period of the Umayyads, Abbasids, Andalusian Umayyads, Seljuks, Fatimids, Ayyubids and Mamluks comes to mind. When we look at forest and forest products in Islamic geography in medieval sources; It is noteworthy that there are many movements and changes in the field, especially in trade.

The life of the first people started in the forests, which is the most suitable environment for living, and completely depended on the opportunities provided by the forests. In order to survive people learned to take advantage of the fruits and animals in the forests and to make all kinds of tools from trees. When it comes to dealing with forestry and forest products, the first profession that comes to mind has always been carpentry. This profession, which was the occupation of even the prophets and sultans in different periods of history, has been practiced throughout history in geographies where the forestry sector has come to life. From the first moment that mankind began to dominate nature, he had an interest in forests and forest products. As a result of this interest, professions that require an occupation related to forest products have emerged. Carpentry, inlay, wood carving, carpentry and lumbering are among the most well-known of these professions. Many of these professions have emerged since the beginning of history due to the need of people to make the items they use in their daily work. People living in cities and villages need to make the roof of their houses, the locks of their doors, and their seats and chairs for sitting. At the same time, those who lived a nomadic life needed wood to make stakes and supports for their tents, arbors and camellias for their wives to sit in, or spears and arrows to use as weapons. The raw material of all these items is wood and the boards prepared from it. In this situation, forestry and forestry profession has gained importance by itself (Bakır, 2011).

In the early VIIth century, when Islam emerged, woodworkers will continue to exist in the Islamic geography. Based on this information, very interesting information about carpenters in Islamic geography has been reached. As mentioned in the sources, the people of Mecca and Medina were not very skilled in carpentry, so they had their slaves or Jews and Greeks do their carpentry work. When we look at the news about the construction of the roof of the Kaaba before the revelation to the Prophet and during his time, it can be easily understood that this was the case. Even in the sources, For Abu Rafi, the freed man of the Prophet Muhammad, there is a record in Ibn Hisham, Ibn Sa'd and al-Kettani that "I used to make chalices (glasses) from wood, I carved them in the zamzam room" (İbn Hişam, 1990; el-Kettani, 1991). A woman from the Muslims during the time of the Prophet Muhammad, "Prophet Muhammad, I have a carpenter child maid, shall I make you do something to sit on it?" he asked. When the Prophet Muhammad replied, "Make it if you want", the woman had the pulpit built. This pulpit in question was made of tamarisk wood with three steps (el-Kettani, 1991). In the Middle Ages, some of the wood used for all kinds of needs in the Arabian Peninsula was supplied from abroad, especially from India and Africa. Boards in this category were of good quality, hard, strong, durable and also very expensive. For this reason, they were often used in the manufacture of luxury goods and in important buildings, mansions and places of worship that required durable wood. The most important of these were the woods called sheet or single (Indian oak), ebony and sandalwood. The boards in the other part were inferior in quality and durability and were used for normal carpentry work and as fuel (el-Kazvini, (n. d.); İbnul-Mücâvir, 1951). According to what Ibnu'l-Mucavir narrated, there were many forests that were difficult to overcome in Yemen, and the woods were cut from the trees to prepare wood for the carpenters. In addition, the divan, who took care of the forests, sold a sack of these woods to the carpenters for two dinars. Citrus, citrus, lemon and banana trees were grown in these unowned forests. Very high quality bucket threads were produced from the al-hazem

⁶ El-Kazvini, Zekeriyya b. Ahmed b. Mahmud, *Asâru'l-Bilâd ve Ahbâru'l-İbâd*, Beyrut, (n. d.).

⁷ İbnü'l-Mücavir, Cemâleddin Ebu'l-Feth Yusuf b. Ya'kub b. Muhammed, *Tarihu'l-Müstabsir*, Leiden, 1951.

⁸ İbn Sina, Ebu Ali el-Hüseyn b. Ali, *el-Kânûn fi't-Tib*, Beyrut, (n. d.).

⁹ İbn Havkal, Ebu'l-Kâsim Muhammed el-Havkalî el-Bağdadî, *Suretü'l-Arz*, Leiden, 1967.

¹⁰ İbn Battuta, Şerefuddin Ebu Abdullah Muhammed b. Abdullah et-Tancî, *Rihletü İbn Batuta*, Mısır, 1938.

¹¹ El-Makrizi, Takiyyuddin Ebu Muhammed Ahmed b. Ali b. Abdulkâdir b. Muhammed b. İbrahim b. Muhammed b. Temim eş-Şâfiî, *Kitabu's-Sülûk li Ma'rifeti Düveli'l-Mülûk*, Mısır, 1957.

¹² El-Belazuri, Ahmed b. Yahya b. Câbir, *Füthûhu'l-Buldan*, (Çev. Mustafa Fayda), Ankara, 1987.

¹³ Et-Taberi, Ebu Ca'fer Muhammed b. Cerir b. Rüstem, *Tarihu'l-Ümem ve'l-Mülûk*, Kahire, 1939.

tree, which grows in the Tihame mountains in Arabia and whose leaves resemble the leaf of the berdi (papyrus) tree in Egypt and its trunk resembles the trunk of the date palm (İbnul-Mücâvir, 1951; Bakır, 2011).

Real forest areas were very limited in the Islamic world. The forests of the southern coast of the Caspian Sea consisted of the continuation of the eastern parts of the Pontic forests. They extended from the northern coast of Asia Minor to the southern coast of the Caspian Sea in the direction of the Alpine mountain range. The forests of Northern Syria were like an extension of the thin striped forest of Anatolia, which continued from the southern coast of Asia Minor to the Anti-Taurus and Lebanon mountains. However, there were some forests on the island of Sicily, the Maghreb (Morocco), and Spain. In areas beyond these forest areas, such as al-Jazeera, the Arabian Peninsula, Palestine, Egypt, and Tripoli and the Great Sahara, there were no forests (Bakır, 2011). Despite all these negative developments, forests in the Middle East in the VIIIth, IXth and Xth centuries did not reach the terrible size they are today. To give an example, at least at that time, the Alevi mountain in Lebanon still had forests. But it was destroyed as a result of the export of trees on a large scale in the X-XIth centuries and today it almost resembles empty spaces. In the Middle Ages, the demand for wood was constantly increasing in order to meet the new needs, and this situation created a great problem for the Muslim states established in the Middle East. Because the fuel needs of industries such as iron, glass and sugar, which showed a significant development in this region, were enormous. In addition, wood was widely used in the construction works and implementation of irrigation projects in the developing big cities, especially in the production of water closets and the internal wooden lining of the wells (el-Kazvini, (n. d.); Bakır, 2011).

In the Islamic world, three ways were generally used to solve the wood problem. Maximum care was given to the use of domestic production, the amount of which was very small. For example, during the Fatimid period, every piece of wood that could be used in the navy in Egypt was taken under protection for state monopoly shipyards. There were some forests on a small scale on the banks of the Nile and these were under the protection and control of the state. At the same time, the cutting of trees here was subject to the permission of the state. From time to time, the state would organize military operations on the Byzantine beaches in Anatolia and Dalmatia with ships in Egypt and Syria in order to seize the wood obtained from pine, wormwood and cypress trees. Finally, wood for carpentry was imported from countries rich in forests and relatively far away. Thus, Armenian trees were brought to Baghdad via the Tigris via rafts. These trees were transported to Iraq via the Arabian Gulf, to Egypt via the Red Sea and via the caliph or sultan channel. The trees that came by maintaining their normal height were collected in the tree warehouses or on the beach allocated to them (Bakır, 2011).

In Baghdad and all eastern provinces, Indian oak was preferred as the most expensive timber for house construction, and the rich wooden decorations of all wealthy people's houses were made from this tree. For the same work, pine wood was used in the countries of the Mediterranean basin; Syria's pine timbers were collected in the direction of et-Tinât near Iskenderun, and from there they were exported to Egypt and the island of Sicily via other Syrian ports. In the city of Rey, very thin and beautiful combs were made from wood and these were sent to other countries as gifts. Trees called *halaciye* in Tabaristan were brought to the city of Rey, where very beautiful chests, plates, bowls, household goods and furniture were made by carpenters. The beech tree was also grown in the forests of the Mazenderan region, some parts of which have survived. In the Xth century, very beautiful household items and furniture were produced from this slightly reddish white wood. At the same time, the people living in the mountainous regions of Tabaristan were making kitchen utensils from very hard wood by chipping them. The famous chairs came from the city of Qom; they were also imitated in the town of Sirjan in Kirman, but these last ones were not of very good quality for some reason (İbn Havkal, 1967; el-Kazvini, (n. d.)).

Bowls, cabinets and chests were made from beech wood grown in Ardabil, Azerbaijan, and many carpenters in the city were engaged in this business. While introducing this place, the wooden products made by the craftsmen are not good in terms of workmanship and that most of them have a visible manufacturing defect, whereas the ones manufactured in the city of Rey are of even higher quality and are free of defects. The houses of the city of Siraf in Iran were usually made of Indian oak and some type of timber brought from Central Africa. These houses, which were built on top of each other in the form of today's apartments, were built by the sea. The merchants living here could pay more than 30,000 dinars for a normal wooden house without taking any loans from anywhere. In the XIIIth century, wooden dinner plates and spoons were produced in the city of Aleppo, which has no equal in any country. These dinner plates, called *ed-Dusût*, were made smaller in size than the other, then placed together, and then they looked like a plate. It was possible to see ten plates

nested in this way. Wooden spoons were also made in this way. In addition, these sets, consisting of ten spoons, had a leather case each, so that a person could easily carry them on his belt. In Aleppo during the Ayyubids, carving and inlay were very advanced. The best lecterns and lectures were held there. The railings of the houses also took on a very elegant appearance. For this reason, it is necessary to prioritize Aleppo and its surroundings as the development cradle of arabesque motifs (Et-Taberi, 1939; İbn Havkal, 1967; İbn Batuta, 1938; Bakır, 2011).

In Jerusalem, some simple items made of wood were manufactured that could be purchased by Christians as a result of pilgrimage ceremonies. The raw material of these souvenirs was usually olive trees, and there were skillful carpenters who performed this carving work very well. These items, which consisted of writing materials (pencils, etc.), children's toys, ornaments, jewelry and religious gifts that would attract the attention of Europeans, were a good source of income for these carpenters, who were also members of the same religion. In the mountains of Lebanon, besides many useful trees used in the wood industry, chairs, spoons, and wonderful household items with gold and silver inlay were made from a kind of tree called hackberry. In the city of Turtusa, Spain, there were very rich pine forests. The timber of these trees was light bark and red. At the same time, they were not of the robust and easily rotten type. The ceiling of the Cordoba Ulu Mosque was also made of this Turtusha pine. In the Middle Ages, the craftsmen scattered in the various bazaars of the cities, wood, horn, ivory, etc. they would process things, make lots of art or objects to use. The same craftsmen carved spoons and ladles from varnished wood. These very light spoons had flowers and various patterns on their handles. In some workshops, items from mimosa wood were made, in others balconies with wooden lattices, chess boards, chests made of precious woods with mother-of-pearl, silver or ivory inlaid, chess sets carved from ivory, and a host of other artfully crafted items (Bakır, 2011).

In the Middle Ages, carpenters made men's and women's combs from wood, usually from the boxwood tree grown in Anatolia. Because this type of wood was very suitable for making combs. At the same time, they made the combs not from the green of this tree, but from the dried one. Because the combs made from the green of the boxwood tree were bent and broken when they dried. While combs made of other trees (such as orange) were used for combing, some wood particles were spilled from them, pulling people's hair out (Bakır, 2011). The industry of rosaries, which every Muslim happily drew, was also very developed. Specialized craftsmen made rosaries of all kinds: from the rosary made of boxwood or lemon wood to expensive models made of ebony, rosewood, amber, agate, ivory or mother-of-pearl. Wood was also used as a raw material in the weapon industry, and arrows, bows, spears and catapults were made from it. The spears produced on the shores of the Persian Gulf were very famous and were sent from here to other regions. The best of these were the spears called el-Hattiyya, er-Rüdeniyye and es-Semheriyye. These spears were made of bamboo wood imported from India (Bakır, 2011; el-Makrizi, 1957).

The arrows were made from trees growing in the Arabian Peninsula, among which the arrows of Medina had a special place (el-Makrizi, 1957). Very beautiful bows were made from the tree called ash-shikb, which grows in the Tihame mountains and has sticks like long lines on its face (Bakır, 2011). Another place where wood was used skillfully was the ceilings of houses. It was made of as much stone as inside the houses, but as soon as the fifth and sixth floors were reached, the masons would sometimes be replaced by the carpenters. Because only wood was used for the upper floors. These boards were covered with oil paint. This was done both to protect the wood and to color it. However, this would have increased the fire hazard. Often many neighborhoods were burned to the ground without the possibility of helping, for fire spread quickly in narrow mansions. As a result, entire cities were burned (el-Belazuri, 1987; Bakır, 2011). Lumberjacks would often sell directly or well-wiped boards at retail. They had the opportunity to buy a whole tree and turn it into lumber in their homes as they wished. The cutters team consisted of three people. Two of them pulled the frame, the third sharpened the saws.

In the Middle Ages, Muslims made admirable progress in the field of woodworking. At the same time, they were performing the art of processing wooden products with ivory and mother-of-pearl very well. It takes a lot of money to imitate the magnificent doors of some old mosques, the masterpieces of the minbars and the interlocking embroidered ceilings today. From the works that have survived to the present day, we see that this art reached the level of maturity before the XIIth century. The best example of these is the exquisite pulpit of the al-Aqsa Mosque in Jerusalem (et-Taberi, 1939; Bakır, 2011). The woodworking industry and the art of carving, which were in an important situation in the Tolunids and Ihsidies periods in Egypt, reached their peak in terms of technique, style and ornamentation in the Fatimid period. The woods used in this industry were

obtained either from the trees in the local forests or by importing them from outside. All these woods were used in various factories and workshops of Egypt in the manufacture of ships, boats, furniture, mills, looms and tools and equipment used in various branches of industry. However, Egyptian carpenters showed superior dexterity and skill in the construction of house ceilings, doors, windows and domes, as well as gaining fame in the manufacture of luxurious household goods, magnificent ornaments and haberdashery. Also in this period, Egyptian carpenters and craftsmen began to masterfully engrave plant branches, leaves, pictures of animals and birds on wood (İbnü'l-Esir, 1979; El-Belazuri, 1959; Bakır, 2011).

The Seljuks were also very interested in wood, as they used it as a building material in architecture, they created wooden pulpits, lecterns, lecterns, Qur'an cases, drawers, coffins and other works of high artistic value. Seljuks mostly applied carving (relief), grid carving and painting techniques in their woodwork. The woodworking of the Seljuks continued with the same style, technique and workmanship during the Principalities period. Towards the end of the XIIIth century, a very developed wooden art is encountered in the Ankara region (Bakır, 2011, Turan, 2003). Another area where wood, which has a rightful place among forest products, is used as an important material is the shipping industry. Looking at the geography of the period, Siraf, located in the country of Umman in the Middle Ages, was a storage center for goods traded especially between Iraq and India, and it also had an excellent shipyard where large merchant ships were built. Ships manufactured here were usually made of single wood imported from Western India. However, Persian Gulf, South Arabian, Red Sea ships and even some parts of the Egyptian navy were also made from this tree. After the Arabs conquered Egypt and Syria, they wanted to operate the shipyards in Alexandria and Akka with a better capacity. For this reason, they became interested in the forests of Asia Minor, which had a large tree resource for use in shipbuilding. Realizing this, Byzantium took action to prevent their efforts, and thus, a naval war called "Zâtu's-Savari" took place between the two sides in 634. The Mamluks also paid great attention to the Egyptian shipyard. According to a news report, the Mamluk sultan Baybars forbade people to buy the wood used in shipbuilding and had 20 ships built in this shipyard. According to the accounts, this ruler personally controlled the shipbuilding works in the Egyptian tray and meticulously followed the work of the workers (Çağatay, 2002; Cahen, 1990; Hodgson, 1993; Aktan, 1993; Turan, 2003; el-Makrizi, 1957; Bakır, 2011).

As for Anatolia, after the Seljuk sultan Kayqubad I (1220-1237) captured Alanya (1221), the Seljuk sultans used the city as a winter capital, navy base and vice versa. In the first period of the Ottomans, there were small shipbuilding and maintenance areas in Izmit, Karamürsel and Edincik. The first Ottoman shipyard was built in Gallipoli under the supervision and supervision of Saruca Pasha during the reign of Bayazid I (1389-1402). During the Mehmed I period, the importance of the Gallipoli shipyard increased even more. Also, after Mehmed I conquered Istanbul (1453), he had a small reverse consisting of a few rooms built in the Aynalı Kavak district on the Golden Horn (Turan, 2003; Çağatay, 2002).

Conclusion

In this study, which we have determined to contain information on the subject and therefore has limited resources; according to medieval Islamic sources, inferences were made about forest, forest products and the activities of the society and states of the period in particular for these two elements. Forest products, which are used in the production of kitchen and ornaments that can be used in daily life, especially household materials, have become a material used in the production of war tools, in the construction of ships and ships, and even in the construction of transportation and communication tools. Especially the trees to be used in defense and transportation areas and the regions where these trees are located were tried to be protected with different measures taken by the dominant elements from time to time, and they were tried to be used for defense needs with deterrent measures in the form of taxation or punishment. From the first emergence of Islam to the Ottoman Empire, forests have been an important source of reference in every geography of Islam. The Islamic countries that could not have this resource, on the other hand, had to fight for this cause from time to time, while trying to meet their needs from neighboring countries or cities. However, based on the data we have obtained, it is also an important fact that Muslims have sufficient knowledge and equipment about what kind of forest product is needed to meet or meet all kinds of needs and what can be done with the products at hand for this need. As a result, while the sources have more information on this subject, the information on the subject will increase as a result of adequately examining these sources and reviewing them in more detail by experts.

References

- Agibalova, Y., Donskoy, G. (2017). Ortaçağ Tarihi. Ankara: Yordam Kitap
- Aktan, Ali. (1993). İslam Tarihi: Başlangıçtan Emeviler'in Sonuna Kadar, Ankara: Nobel Yay.
- Bakır, A. (2003). Ortaçağ İslam Dünyasında Deri, Tahta ve Kâğıt Sanayi, Belleten, Cilt 65, Sayı 242, s. 75 – 160
- Cahen, C. (1990). İslamiyet, I, İstanbul: Bilgi Yay.
- Çağatay, Neşet. (2002). İslam Ulusları ve Devletleri Tarihi, Ankara: TTK Yay.
- El-Belazuri, Ahmed b. Yahya b. Câbir, Ensâbu'l-Eşraf, (Thk. Muhammed Hamidullah), Mısır, 1959.
- El-Belazuri, Ahmed b. Yahya b. Câbir, Fühûhu'l-Buldan, (Çev. Mustafa Fayda), Ankara, 1987.
- El-Kazvini, Zekeriyya b. Ahmed b. Mahmud, Asâru'l-Bilâd ve Ahbâru'l-İbâd, Beyrut, (n. d.).
- El-Kettani, Abdulhayy, et-Terâtibü'l-İdariyye, (Çev. Ahmet Özel), İstanbul, 1991.
- El-Makrizi, Takiyuddin Ebu Muhammed Ahmed b. Ali b. Abdulkâdir b. Muhammed b. İbrahim b. Muhammed b. Temim eş-Şâfiî, Kitabu's-Sülûk li Ma'rifeti Düveli'l-Mülûk, Mısır, 1957.
- et-Taberi, Ebu Ca'fer Muhammed b. Cerir b. Rüstem, Tarihu'l-Ümem ve'l-Mülûk, Kahire, 1939.
- Günaltay, M. Şemsettin. (2013). İslam Öncesi Arap Tarihi, Ankara: Ankara Okulu Yay.
- Hizmetli, Sabri, (1991), İslâm Tarihçiliği Üzerine, Ankara
- Hodgson, M. G. S. (1993). İslam'ın Serüveni: Bir Dünya Medeniyetinde Bilinç ve Tarih, I, İstanbul: İz Yay.
- İbn Battuta, Şerefuddin Ebu Abdullah Muhammed b. Abdullah et-Tancî, Rihletü İbn Batuta, Mısır, 1938.
- İbn Havkal, Ebu'l-Kâsim Muhammed el-Havkalî el-Bağdadî, Suretü'l-Arz, Leiden, 1967.
- İbn Hişam, Ebu Muhammed Abdulmelik el-Mu'afirî el-Himyerî, es-Sîretü'n-Nebeviyye, (Thk. Mustafa es-Sakka, İbrahim el-Ebyârî, Abdulhafîz Şelebî), Beyrut, 1990.
- İbn Sina, Ebu Ali el-Hüseyn b. Ali, el-Kânûn fi't-Tıbb, Beyrut, (n. d.).
- İbnü'l-Mücavir, Cemâleddin Ebu'l-Feth Yusuf b. Ya'kub b. Muhammed, Tarihu'l-Müstabsir, Leiden, 1951.
- İbnü'l-Esir, İzzuddin Ebu'l-Hasan Ali b. Muhammed b. Abdulkerîm el-Cezerî, el-Kamil fi't-Tarih, Beyrut, 1979.
- Kesik, Muharrem. (2018). Anadolu Türk Beylikleri, İstanbul: Bilge Kültür Sanat Yay.
- Lewis, B. - Holt, P. M. (ed.), (1962), Historians of the Middle East, London
- Şeşen, Ramazan, (1998), Müslümanlarda Tarih-Coğrafya Yazıcılığı, İstanbul.
- Turan, Osman. (2003). Selçuklular Tarihi ve Türk İslam Medeniyeti, Ankara: Ötüken Yay.
- Wellhausen, J. (1989). İslamiyet'in İlk Devrinde Dini-Siyasi Muhakemet Partileri, Ankara: TTK Yay.

Eskişehir Kavuncu Göleti Ornitofaunası

Emir Özay¹, Nuri Kaan Özkazanç^{2,*}

¹ Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Sanat Meslek Eğitim Kursları, Eskişehir, Türkiye

^{2,*} Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 10.11.2021

Kabul: 28.04.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışma Eskişehir'in Günyüzü İlçesinde bulunan Kavuncu Göleti'ndeki kuş türlerini tespit etmek amacı ile 2018-2020 yılları arasında yapılmıştır. Bu amaçla nokta sayım ve hat boyu sayım yöntemleri ile kuş gözlemleri yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda alanda 19 takıma ait 50 familyadan 206 kuş türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden 2 adedi IUCN kırmızı listesine göre küresel ölçekte olarak tehlike altında (EN), 3 adedi hassas (VU) ve 5 adedi ise tehlide yakın (NT) olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanında 96 tür ile Passeriformes takımı en kalabalık grubu olmuştur. Tespit edilen kuşlardan 100 tür yerli, 79 tür yaz göçmeni, 21 tür kış göçmeni ve 6 tür ise transit tür olarak kayıtlanmıştır. Ancak alan farklı etmenler sebebi ile habitat bozulması ile karşı karşıya olup büyük bir tehlike altındadır. Sürdürülebilir alan yönetimi ile bu alanın korunması hem kuşlar hem de diğer türler açısından biyolojik çeşitliliği koruyacaktır.

Anahtar Kelimeler – Eskişehir, Kavuncu, gölet, kuş, fauna

Bird Fauna of Kavuncu Pond in Eskisehir

¹Eskişehir Metropolitan Municipality, Art Vocational Training Courses, Eskişehir, Türkiye

^{2,*}Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forestry Engineering, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 10.11.2021


Accepted: 28.04.2022

Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – This study was carried out between 2018-2020 to determine the bird species in Kavuncu Pond in Eskişehir province. For this purpose, bird observations were made with point counting and transect methods. A total of 206 bird species from 50 families belonging to 19 orders were identified in the area. two species of them were as globally endangered (EN), 3 of them as vulnerable (VU) and 5 of them as near-threatened (NT) according to the IUCN red list. Passeriformes order was the most crowded group with 96 species in the study area. We determined 100 resident species, 79 summer migrant species, 21 winter migrant species and 6 transit species. However, the area is faced with habitat degradation due to different factors and is under great danger. Sustainable management will preserve biodiversity of both birds and other species in Kavuncu pond.

Keywords – Eskişehir, Kavuncu, pond, bird, fauna

¹  emirozay26@hotmail.com

²  ozkazancka@hotmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nuri Kaan ÖZKAZANÇ

1. Giriş

Biyolojik çeşitlilik çalışmalarında ve özellikle de taksonomik çalışmalarda türler yanında, türlerin dağılışı ve popülasyon yoğunluklarını belirlemek de önemlidir (Özkazanç vd., 2019). Kuşların biyolojik çeşitliliğinin bir parçası olması yanında farklı ekolojik görevleri de bulunmaktadır (Tabur ve Ayvaz, 2010). Bunun yanında kuş göçlerindeki değişimler dünya ekosistemindeki farklılıklar ve değişimler hakkında önemli veriler elde edilmesine imkan sağlamaktadır (Şekercioğlu vd., 2007). Synider (2016) dünyada yaklaşık 18.000 kuş türü olduğu, Gaston ve Blackburn (1997) ise bunların popülasyonunun 200 milyar ile 400 milyar arasında bulunduğunun tahmin edildiğini bildirmektedir. Buna karşın Şekercioğlu vd. (2007) habitat kayıpları ve küresel iklim değişiklikleri sebebi ile kuş türlerinin büyük bir bölümünün tehlike altında olduğunu vurgulamıştır. Nitekim dünya genelinde son üç yüz yıl içinde yaklaşık 200 kuş türü çevre ve yaşam alanlarının tahrip olması sebebi ile olumsuz etkilenmiş (Tabur ve Ayvaz, 2010), bu olumsuz etkileşim ve kuş türlerinde meydana gelen azalmalar 20. yüzyıl sonrasında hızla artarak devam etmiştir (Turan, 1990).

Türkiye ise coğrafi konumu ve iklim özellikleri ile zengin bir kuş çeşitliliğine sahip olmasına rağmen, birçok kuş türünün popülasyonu ne yazık ki yeterli sayıda değildir (Özkazanç, 2016). Güncel veriler ve kuş gözlem kayıtları dikkate alındığında bugün Türkiye 452 adedi belgelenmiş, 39 adedi ise uzun zamandan beri görülmeyen ancak varlığı bilinen toplam 491 adet kuş türü ile zengin kabul edilen ornito faunaya sahiptir. Batı Palearktık Bölgede yer alan dört önemli kuş göç yolundan iki tanesinin Anadolu üzerinden geçmesi Türkiye’de kuş türlerinin sayısının fazla olmasının en önemli sebeplerinden birisidir (Dizdaroğlu, 2015). Bu göç yollarından ilki Avrupa ve batı Sibirya üzerinden gelip İstanbul boğazı üzerinden Batı ve Orta Anadolu’yu geçerek Hatay’dan çıkmaktadır. Diğeri ise Asya ve Doğu Sibirya’dan başlamakta Artvin-Çoruh vadisi üzerinden geçerek Güney Doğudan çıkmaktadır (Özkazanç vd., 2019). Türkiye üzerinden göçen kuşlar ilkbaharda güneyden kuzeye, sonbaharda ise kuzeyden güneye doğru göç etmektedirler (Göktürk vd., 2008).

Ülkemizde yapılan birçok araştırmada farklı ekosistemlerde yaşayan kuş türleri ve popülasyon büyüklükleri araştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda kuşlara ait farklı veriler belirlenirken yaşam alanları ve tehditleri hakkında önemli bilgiler de sağlanmıştır. Türkiye’deki kuş türleri ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda; Turan ve Erdoğan (1998) Antalya-Kurşunlu’da 152; Kılıç (1999) Konya-Karapınar’da 151; Yurtsever ve Kurtonur (2003) Istanca Dağları’nda 141; Erdoğan vd. (2002) Antalya-Yamansız Göl’de 161; Kaya ve Kurtonur (2003) Gala Gölü’nde 134; Tabur ve Ayvaz (2005) Burdur Gölü’nde 185; Tabur ve Ayvaz (2006) Isparta Gölçük’te 90; Toprak vd. (2008) Gaziantep’te 92; Saygılı vd. (2008) Akşehir ve Eber Göllerinde 138; Çelik ve Amaç (2008) Eskişehir-Yörükçürka Gölü’nde 96; Adızel ve Durmuş (2009) Ercek Gölü’nde 177; Karakaş (2010) Bismil Ova’sında 147; Ketten vd. (2010) Kocaeli-Yuvacık’ta 130; Bengil ve Uzılday Küçük Menderes Deltası’nda 120; Uzun (2010) Sapanca Gölü’nde 69; Tepe ve Urhan (2011) Işıklı Gölü ve Gökgöl’de (Denizli-Afyonkarahisar) 217; Atalay vd. (2012) Bafa Gölü’nde 114; Küçük ve Aslan (2012) Kayseri-Sultansazlığı’nda 247; Beşkardeş (2012) Yedigöller ve Yeşilöz Yabana Hayatı Geliştirme Sahaları’nda 132; Kızılkaya vd. (2013) Denizli-Sarayköy’de 162; Aksan ve Mert (2016) Isparta-Atabey Ovası’nda 99; Süel vd. (2018) Karacaören Barajı’nda 72; Çelik (2018) Batman’da 188; Özkazanç vd. (2019) Eskişehir- Balıkdama Yaban Hayatı Geliştirme Sahası’nda 210 farklı kuş türü tespit etmişlerdir.

Deniz seviyesinden itibaren binlerce metre yüksekliğe kadar yaşam alanı bulan kuşlar bu alanlardaki kumullar, ormanlar, sulak alanlar, bozkırlar, step bölgeler, kutuplar ve hatta çöllerde dahi türlerine özel habitatlar bulabilmektedir. Her bir habitat farklı tür ve yoğunlukta kuş barındırmakla birlikte sulak alanlar bu habitatlar içinde kuş yaşam alanı olarak belirgin bir şekilde öne çıkmakta ve önem kazanmaktadır (Özkazanç vd., 2019).

Özellikle sığ sulak alanlarda baskın olan litoral bitki komüniteleri su kalitesini artırarak başta su kuşlarının olmak üzere birçok canlı türünün çeşitliliğini ve bolluğunu arttırmaları. Bu da sulak alanların ekolojik önemi ve korunma değerlerini artırır (Moss, 1998; Hargeby vd., 1994; Van Geest vd., 2005).

Ülkemiz yüz ölçümünün %1,6'sını kapsayan 200 adet doğal gölün oluşturduğu su kütlesi yaklaşık 906.000 hektar olup, buna ilaveten 380.000 hektar büyüklüğünde baraj göllerimizde bulunmaktadır (Tapan vd., 2008). Ancak Türkiye'de yaban hayatı açısından önem arz eden 93 sulak alan bulunmaktadır. Bunların 14'ü Ramsar Alanı, 59'u Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan ve 20'si Mahalli Öneme Haiz Sulak Alandır (URL 1). Türkiye, 1994 yılında Uluslararası Ramsar Sözleşmesi'ne taraf olmuş, Ramsar Alanı olarak ilan ettiği sulak alanları koruyacağını, alanların yönetim planlarını hazırlayacağını ve sürdürülebilir kullanımını sağlayacağını taahhüt etmiştir

Ülkemiz sulak alanlarında yaşayan bazı kuş türleri IUCN kırmızı listesinde küresel ölçekli LC (düşük risk) seviyesinde iken aynı türler Türkiye kırmızı listelerinde daha riskli kategorilerde listelenmektedir. Kuşları doğrudan ya da dolaylı olarak (habitat bozulması) tehdit eden faktörleri 4 başlık altında incelemek mümkündür (Özkazanç ve Özay, 2019). Bunlar:

- 1. İnsan faaliyetleri:** Habitat bozulması, kentleşme ve yapılaşma, sanayi ve büyük ölçekli yatırımlar, sulak alanların kurutulması, tarım ilaçlarının aşırı kullanımı, petrol atıklar ve çevre kirlilikleri, yasa dışı ve usulsüz avcılık (Öden, 1971).
- 2. Doğal düşmanlar:** Doğal predatörler, asalaklar (bit, pire vs.), hastalıklar ve yuva parazitleri (Özkazanç ve Özay, 2019).
- 3. İklim koşulları:** Normalden fazla kar, yağmur, dolu yağışları, aşırı sıcaklık ve buna bağlı olarak meydana gelen kuraklıklar (Özkazanç ve Özay, 2019).
- 4. Doğal afetler:** Sel, yangınlar, kasırgalar, fırtınalar, depremler ve heyelanlar, volkan patlamaları, kuraklık ve ısı dalgaları kuşları etkileyen doğal afetlerin başında yer alır (URL, 2).

Bu çalışma ile önemli geçiş noktası olan Eskişehir ilinin kuş türlerine yeni kayıtlar eklenmesi, farklı bölgelerdeki türler ile benzerlik ve farklılar ile gelecekte yapılacak olan çalışmalar için bir altlık oluşturulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma Ocak 2018 ile Aralık 2020 tarihleri arasında toplam 72 farklı saha çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarında Kavuncu Göleti etrafında belirlenen 4 farklı gözlem noktasında ve yakın çevresinde kuş gözlemleri yapılmıştır. Kuş gözlem ve saha çalışmaları sırasında belirlenen gözlem noktalarında kuşların gözlenmesi ve belgelenmesi için 10x42 dürbün ile dijital fotoğraf makinesi ve 100-400 mm değişken odak uzaklığına sahip teleobjektif lens kullanılmıştır. Gözlem noktalarının koordinatları GPS ile alınmıştır. Tespit edilen kuş türlerin teşhisini yapmak için farklı kuş tanımlama ve rehber kitapları kullanılmış, ayrıca gözlenen kuşların sayısı, davranışları, gözlem tarihi, statüsü gibi bilgiler not edilmiştir.

2.2. Çalışma Alanı

Eskişehir ili, Günyüzü ilçesi Kavuncu mahallesinin kuzey batısında yer alan gölet 39°418500, 31°949827 Kuzey ile 39°416930, 31°963483 Doğu koordinatları içerisinde yer almakta olup Eskişehir iline 140, Günyüzü ilçesine 14 km ve Kavuncu mahallesine ise 2 km uzaklıktadır.

2.3. Metot

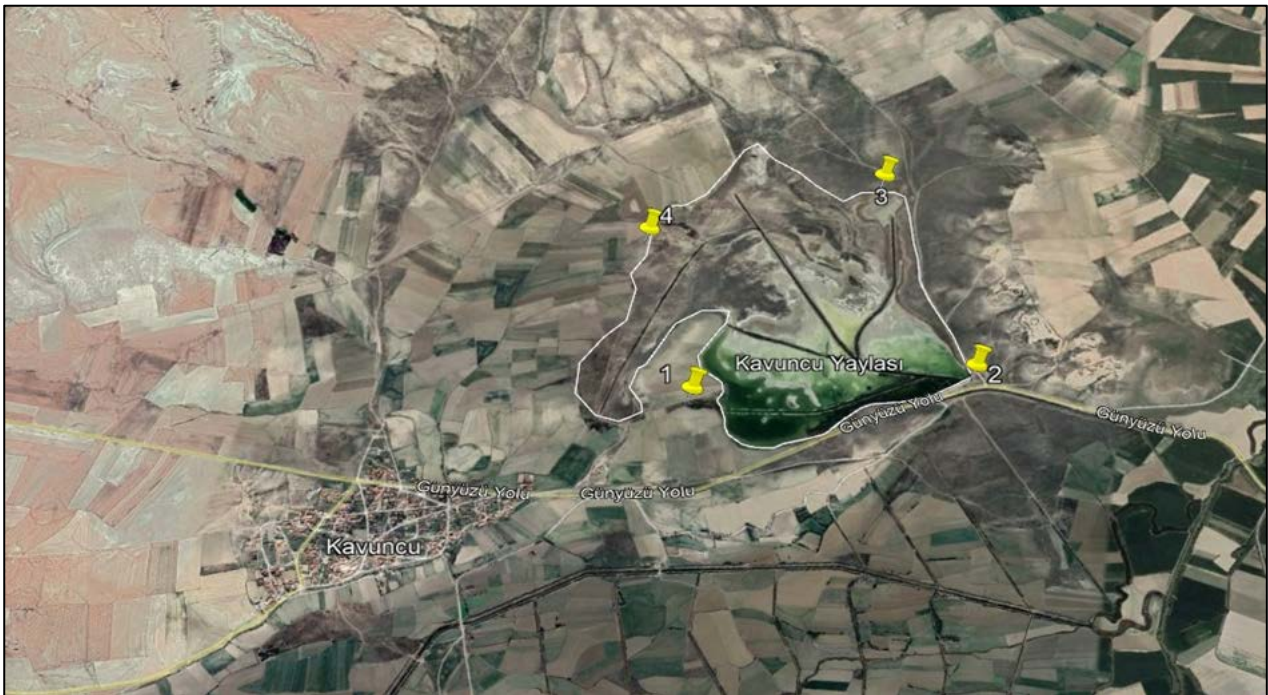
Çalışmada kuş türlerini, popülasyonlarını ve alan içindeki durumlarını belirlemek amacı ile yapılan kuş gözlemlerinde nokta sayım ve hat boyu sayım olmak üzere iki farklı kuş gözlem yöntemi uygulanmıştır. Nokta sayım yönteminde, daha önceden yapılan ön arazi çalışmaları ile alana hakim görüş açısı geniş ve gizlenme olanaklarının mümkün olduğu noktalar tespit edilmiş ve bu noktalarda kamufraj ağları altında beklenerek gözlemler yapılmıştır. Bu amaç ile yapılan ön arazi çalışmalarında 4 farklı gözlem noktası belirlenerek kuş gözlemleri bu noktalarda da gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin uygulandığı noktaların koordinatları Tablo 1’de alanın ve nokta sayım istasyonlarının arazideki konumları Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Nokta sayım yönteminin uygulandığı gözlem istasyonları

Gözlem noktası	Kuzey	Doğu
1	39°24'49.16"	31°56'54.16"
2	39°24'59.84"	31°57'48.68"
3	39°25'36.92"	31°57'24.23"
4	39°25'19.88"	31°56'37.96"

Bir noktadan başlayarak düzenli bir yürüyüşle ve arazinin uygun olduğu yerlerde hareket halindeki araç içerisinden alanın gözlenmesi şeklinde uygulanan hat boyu sayım yönteminde zaman zaman ve kısa aralıklar ile molalar veriler kuş gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Hat boyu sayımdaki temel amaç nokta sayım yöntemi ile görülemeyen kör noktalara ulaşarak buradaki türleri ve bu türlerin davranışlarını tespit etmektir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve kuş gözlem yapılan istasyonlar

Her iki yöntemde Bibby vd. (2000), Buckland (2006), Hamel vd. (1996) ve Ralph vd. (1997)’de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki gözlem yönteminde de kuş kayıt listeleri tutulmuş ve bu listelere gözlem tarihi, gözlem noktasının koordinatları, hava durumu, mevkii, alanın habitat özellikleri gibi alansal veriler ile gözlenen kuş türünün ismi, kuşun mevsimsel ve biyolojik formu (yaz, kış, üreme, genç vs.), cinsiyeti, durumu (beslenme, sabit, üreme, uçar vs.) ve kaç adet görüldüğü gibi detay bilgiler yazılmıştır. Bunlara ek olarak gözlenen tüm türlerin mevcut imkanlar dahilinde fotoğrafları çekilmiştir. Yapılan tüm saha

çalışmaları sabah gün doğumundan akşam gün batımına kadar sürdürülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda gözlenen türler sistematik olarak listelenmiş, alandaki mevcut durumları yerli, yaz göçmeni, kış göçmeni, transit göçer olarak kategorilendirilmiş ve IUCN kırmızı liste kriterlerine göre koruma statüleri yazılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmalar sonucunda alanda 19 takıma ait 50 familyadan 206 kuş türü tespit edilmiştir. Tespit edilen kuş türlerinin sistematığı, alan kullanım durumları ve koruma statüleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Eskişehir-Kavuncu Göleti’nde tespit edilen kuş türleri (Sistematik olarak) ve bu türlerin alandaki bulunma durumları. (Y: Yerli, YG: Yaz göçmeni, KG: Kış göçmeni, T: Transit göçer) ve IUCN kriterlerine göre statüleri (EN: Tehlikede, VU: Duyarlı, NT: Tehdide yakın, LC: Düşük riskli)

Takım	Familiya	Latince	Türkçe	Durumu	IUCN
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Küçük batağan	Y	LC
		<i>Podiceps cristatus</i>	Bahri	Y	LC
		<i>Podiceps nigricollis</i>	Kara boyunlu batağan	Y	LC
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Karabatak	Y	LC
	Pelecanidae	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Ak pelikan	YG	LC
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Botarus stellaris</i>	Balaban	Y	LC
		<i>Ixobrychus minutus</i>	Küçük balaban	YG	LC
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	Gece balıkçılı	Y	LC
		<i>Ardeola ralloides</i>	Alaca balıkçıl	Y	LC
		<i>Bubulcus ibis</i>	Sığır balıkçıl	Y	LC
		<i>Egretta garzetta</i>	Küçük ak balıkçıl	Y	LC
		<i>Ardea alba</i>	Büyük ak balıkçıl	Y	LC
		<i>Ardea cinerea</i>	Gri balıkçıl	Y	LC
		<i>Ardea purpurea</i>	Erguvani balıkçıl	YG	LC
		Ciconiidae	<i>Ciconia nigra</i>	Kara leylek	YG
<i>Ciconia ciconia</i>	Leylek		YG	LC	
Threskionithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Çeltikçi	YG	LC	
	<i>Platalea leucorodia</i>	Kaşıkçı	YG	LC	
Phonicopteriformes	Phonicopteridae	<i>Phonicopterus roseus</i>	Flamingo	YG	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Tadorna ferruginea</i>	Angıt	Y	LC
		<i>Tadorna tadorna</i>	Suna	YG	LC
		<i>Anas penelope</i>	Fiyu	KG	LC
		<i>Anas crecca</i>	Çamurcun	Y	LC
		<i>Anas platyrhynchos</i>	Yeşilbaş ördek	Y	LC
		<i>Anas querquedula</i>	Çıkrıkçın	Y	LC
		<i>Anas clypeata</i>	Kaşıkçaga	KG	LC
		<i>Netta rufina</i>	Macar ördeği	Y	LC
		<i>Aythya ferina</i>	Elmabaş patka	Y	VU
		<i>Aythya nyroca</i>	Pasbaş patka	Y	NT
<i>Oxyura leucocephala</i>	Dikkuyruk	YG	EN		
Falconiformes	Accipitridae	<i>Pernis apivorus</i>	Arı şahini	YG	LC
		<i>Neophron percnopterus</i>	Küçük akbaba	YG	EN
		<i>Aegyptius monachus</i>	Kara akbaba	Y	NT
		<i>Circus gallicus</i>	Yılan kartalı	YG	LC
		<i>Circus aeruginosus</i>	Saz delicesi	Y	LC
		<i>Circus cyaneus</i>	Gökçe delice	KG	LC
		<i>Circus pygargus</i>	Çayır delicesi	YG	LC
		<i>Accipiter gentilis</i>	Çakırkuşu	Y	LC
		<i>Accipiter nisus</i>	Atmaca	Y	LC

Tablo 2
Devam ediyor.

Takım	Familya	Latince	Türkçe	Durumu	IUCN
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo buteo</i>	Şahin	Y	LC
		<i>Buteo rufinus</i>	Kızıl şahin	Y	LC
		<i>Buteo lagopus</i>	Paçalı şahin	KG	LC
		<i>Aquila heliaca</i>	Şah kartal	Y	VU
		<i>Aquila chrysaetos</i>	Kaya kartalı	Y	LC
		<i>Pandion haliaetus</i>	Balık kartalı	KG	LC
		<i>Falco naumanni</i>	Küçük kerkenez	YG	LC
		<i>Falco tinnunculus</i>	Kerkenez	Y	LC
		<i>Falco vespertinus</i>	Aladoğan	YG	NT
		<i>Falco subbuteo</i>	Delicedoğan	YG	LC
		<i>Falco peregrinus</i>	Gökdoğan	Y	LC
Galliformes	Phasianidae	<i>Alectoris chukar</i>	Kınalı keklik	Y	LC
		<i>Coturnix coturnix</i>	Bıldırcın	YG	LC
Charadiiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i>	Uzunbacak	YG	LC
		<i>Recurvirostra avosetta</i>	Kılıçgaga	YG	LC
	Burhinidae	<i>Burhinus oedicephalus</i>	Kocagöz	YG	LC
		Charadriidae	<i>Charadrius dubius</i>	Halkalı küçük cılıbit	YG
	<i>Charadrius alexandrinus</i>		Akça cılıbit	YG	LC
	<i>Vanellus vanellus</i>		Kız kuşu	YG	LC
	<i>Vanellus spinosus</i>		Mahmuzlu kız kuşu	KG	LC
	Scolopacidae		<i>Calidris minuta</i>	Küçük kum kuşu	KG
		<i>Calidris ferruginea</i>	Kızıl kum kuşu	KG	LC
		<i>Calidris alpina</i>	Kara karınlı kum kuşu	KG	LC
		<i>Limicola falcinellus</i>	Sürmeli kum kuşu	KG	LC
		<i>Philomachus pugnax</i>	Döğüşken kuş	KG	LC
		<i>Lymnocyptes minimus</i>	Küçük su çulluğu	KG	LC
		<i>Gallinago gallinago</i>	Su çulluğu	KG	LC
		<i>Scolopax rusticola</i>	Çulluk	KG	LC
		<i>Limosa limosa</i>	Çamur çulluğu	KG	NT
		<i>Tringa erythropus</i>	Kara kızılback	KG	LC
		<i>Tringa totanus</i>	Kızılback	YG	LC
		<i>Tringa nebularia</i>	Yeşilback	KG	LC
		<i>Tringa ochropus</i>	Yeşil düdükçün	YG	LC
		<i>Tringa glareola</i>	Orman düdükçünü	T	LC
<i>Actitis hypoleucos</i>	Dere düdükçünü	YG	LC		
<i>Arenaria interpres</i>	Taşçeviren	T	LC		
Laridae	<i>Larus melanocephalus</i>	<i>Larus melanocephalus</i>	Akdeniz martısı	Y	LC
		<i>Larus ridibundus</i>	Karabaş martı	Y	LC
		<i>Larus michahellis</i>	Gümüş martı	Y	LC
		<i>Larus cachinnans</i>	Hazar martısı	Y	LC
Sternidae	<i>Sterna nilotica</i>	<i>Sterna nilotica</i>	Gülen sumru	YG	LC
		<i>Sterna hirundo</i>	Sumru	YG	LC
		<i>Sterna albifrons</i>	Küçük sumru	YG	LC
		<i>Chlidonias leucopterus</i>	Ak kanatlı sumru	YG	LC
Pteroclitiformes	Pteroclitidae	<i>Pterocles orientalis</i>	Bağırtlak	YG	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Kaya güvercini	Y	LC
		<i>Columba palumbus</i>	Tahtalı	Y	LC
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Kumru	Y	LC
		<i>Streptopelia turtur</i>	Üveyik	YG	LC
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i>	Guguk	YG	LC
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Peçeli baykuş	Y	LC
	Strigidae	<i>Otus scops</i>	İshak kuşu	YG	LC
	Strigidae	<i>Athene noctua</i>	Kukumav	Y	LC

Tablo 2
Devam ediyor.

Takım	Familiya	Latince	Türkçe	Durumu	IUCN	
Strigiformes	Strigidae	<i>Asio otus</i>	Kulaklı orman baykuşu	Y	LC	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Çobanaldata	YG	LC	
Apodiformes	Apodidae	<i>Apus apus</i>	Ebabil	YG	LC	
		<i>Apus pallidus</i>	Boz ebabil	YG	LC	
		<i>Tachymarptis melba</i>	Ak karınlı ebabil	YG	LC	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Alcedo atthis</i>	Yalıçapkını	Y	LC	
	Meropidae	<i>Merops apiaster</i>	Arıkuşu	YG	LC	
	Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Gökkuzgun	YG	NT	
	Upupidae	<i>Upupa epops</i>	İbibik	YG	LC	
Piciformes	Jyngidae	<i>Jynx torquilla</i>	Boyunçeviren	YG	LC	
	Picidae	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Alaca ağaçkakan	Y	LC	
Passeriformes	Alaudidae	<i>Melanocorypha calandra</i>	Boğmaklı toygar	Y	LC	
		<i>Calandrella brachydactyla</i>	Bozkır toygarı	YG	LC	
		<i>Galerida cristata</i>	Tepeli toygar	Y	LC	
		<i>Lullula arborea</i>	Orman toygarı	Y	LC	
		<i>Eremophila alpestris</i>	Kulaklı toygar	Y	LC	
		<i>Alauda arvensis</i>	Tarla kuşu	Y	LC	
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Kum kırlangıcı	YG	LC	
		<i>Hirundo rupestris</i>	Kaya kırlangıcı	YG	LC	
		<i>Hirundo rustica</i>	Kır kırlangıcı	YG	LC	
		<i>Hirundo daurica</i>	Kızıl kırlangıç	YG	LC	
		<i>Delichon urbicum</i>	Ev kırlangıcı	YG	LC	
	Motacillidae	<i>Anthus trivialis</i>	Ağaç incir kuşu	YG	LC	
		<i>Anthus pratensis</i>	Çayır incir kuşu	KG	LC	
		<i>Anthus cervinus</i>	Kızıl gerdanlı incir kuşu	YG	LC	
		<i>Motacilla flava</i>	Sarı kuyruksallayan	YG	LC	
		<i>Motacilla citreola</i>	Sarı başlı kuyruksallayan	YG	LC	
		<i>Motacilla cinerea</i>	Dağ kuyruksallayanı	Y	LC	
	Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Çit kuşu	Y	LC	
		Turdinae	<i>Erithacus rubecula</i>	Kızılgerdan	Y	LC
	Turdinae	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Bülbül	YG	LC	
<i>Luscinia svecica</i>		Mavigerdan	YG	LC		
<i>Irania gutturalis</i>		Taş bülbülü	YG	LC		
<i>Phoenicurus ochruros</i>		Kara kızılkuşuk	Y	LC		
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		Kızılkuşuk	Y	LC		
Passeriformes		Turdinae	<i>Saxicola rubetra</i>	Çayır taşkuşu	Y	LC
			<i>Saxicola torquatus</i>	Taşkuşu	YG	LC
	<i>Oenanthe isabellina</i>		Boz kuyrukkakan	YG	LC	
	<i>Oenanthe oenanthe</i>		Kuyrukkakan	YG	LC	
	<i>Oenanthe hispanica</i>		Kara kulaklı kuyrukkakan	YG	LC	
	<i>Oenanthe finschii</i>		Ak sırtlı kuyrukkakan	YG	LC	
	<i>Monticola saxatilis</i>		Taşkızılı	YG	LC	

Tablo 2
Devam ediyor.

Takım	Familya	Latince	Türkçe	Durumu	IUCN
Passeriformes		<i>Monticola solitarius</i>	Gök ardıç	Y	LC
		<i>Turdus torquatus</i>	Boğmaklı ardıç	Y	LC
		<i>Turdus merula</i>	Karatavuk	Y	LC
		<i>Turdus pilaris</i>	Tarla ardıcı	KG	LC
		<i>Turdus philomelos</i>	Öter ardıç	Y	LC
		<i>Turdus viscivorus</i>	Ökse ardıcı	Y	LC
	Sylviidae	<i>Cettia cetti</i>	Kamış bülbülü	Y	LC
		<i>Locustella luscinioides</i>	Bataklık kamışçını	YG	LC
		<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Bıyıklı kamışçını	Y	LC
		<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Kındıra kamışçını	YG	LC
		<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Saz kamışçını	YG	LC
		<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Büyük kamışçını	YG	LC
		<i>Hippolais pallida</i>	Ak mukallid	YG	LC
		<i>Sylvia melanocephala</i>	Maskeli ötleğen	Y	LC
		<i>Sylvia curruca</i>	Küçük akgerdanlı ötleğen	YG	LC
		<i>Sylvia communis</i>	Akgerdanlı ötleğen	YG	LC
		<i>Sylvia atricapilla</i>	Karabaşlı ötleğen	Y	LC
		<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Orman çıvgını	YG	LC
		<i>Phylloscopus collybita</i>	Çıvgın	Y	LC
		<i>Phylloscopus trochilus</i>	Söğütbülbülü	T	LC
	<i>Regulus regulus</i>	Çalı kuşu	Y	LC	
	Muscicapidae	<i>Muscicapa striata</i>	Benekli sinekkapan	YG	LC
		<i>Ficedula semitorquata</i>	Alaca sinekkapan	YG	LC
		<i>Ficedula albicollis</i>	Halkalı sinekkapan	T	LC
		<i>Ficedula hypoleuca</i>	Kara sinekkapan	T	LC
	Timaliidae	<i>Panurus biarmicus</i>	Bıyıklı baştankara	Y	LC
	Aegithalidae	<i>Aegithalus caudatus</i>	Uzun kuyruklu baştankara	Y	LC
Paridae	<i>Parus ater</i>	Çam baştankarası	Y	LC	
	<i>Parus caeruleus</i>	Mavi baştankara	Y	LC	
	<i>Parus major</i>	Büyük baştankara	Y	LC	
Sittidae	<i>Sitta europaea</i>	Sıvacı kuşu	Y	LC	
	<i>Sitta neumayer</i>	Kaya sıvacısı	Y	LC	
	<i>Sitta krueperi</i>	Anadolu sıvacısı	Y	LC	
Remizidae	<i>Remiz pendulinus</i>	Çulha	Y	LC	
Oriolidae	<i>Oriolus oriolus</i>	Sarıasma	YG	LC	
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius collurio</i>	Kızıl sırtlı örümcek kuşu	YG	LC
		<i>Lanius minor</i>	Kara alınlı örümcek kuşu	YG	LC
		<i>Lanius senator</i>	Kızıl başlı örümcek kuşu	YG	LC
		<i>Lanius nubicus</i>	Alaca örümcek kuşu	YG	LC
	Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	Alakarga	Y	LC
		<i>Pica pica</i>	Saksağan	Y	LC
<i>Corvus monedula</i>		Küçük karga	Y	LC	
<i>Corvus frugilegus</i>		Ekin kargası	Y	LC	
<i>Corvus cornix</i>		Leş kargası	Y	LC	
<i>Corvus corax</i>		Kuzgun	Y	LC	

Tablo 2
Devam ediyor.

Takım	Familiya	Latince	Türkçe	Durumu	IUCN	
Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sığırcık	Y	LC	
		Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Serçe	Y	LC
			<i>Passer hispaniolensis</i>	Söğüt serçesi	Y	LC
			<i>Passer montanus</i>	Ağaç serçesi	Y	LC
			<i>Petronia petronia</i>	Kaya serçesi	Y	LC
	Fringillidae		<i>Fringilla coelebs</i>	İspinoz	Y	LC
			<i>Fringilla montifringilla</i>	Dağ ispinozu	KG	LC
			<i>Serinus serinus</i>	Küçük iskete	Y	LC
			<i>Carduelis chloris</i>	Florya	Y	LC
			<i>Carduelis carduelis</i>	Saka	Y	LC
			<i>Carduelis spinus</i>	Kara başlı iskete	KG	LC
			<i>Carduelis cannabina</i>	Keten kuşu	Y	LC
			<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Kocabaş	Y	LC
			Emberizidae		<i>Emberiza cirrus</i>	Bahçe çintesi
	<i>Emberiza cia</i>	Kaya çintesi			Y	LC
	<i>Emberiza hortulana</i>	Kiraz kuşu			YG	LC
	<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bataklık çintesi			Y	LC
	<i>Emberiza melanocephala</i>	Kara başlı çinte			YG	LC
	<i>Emberiza calandra</i>	Tarla çintesi			Y	LC
Gruiformes	Gruidae	<i>Grus grus</i>	Turna	T	LC	
		<i>Otis tarda</i>	Toy	Y	VU	
	Rallidae		<i>Rallus aquaticus</i>	Su kılavuzu	Y	LC
			<i>Porzana porzana</i>	Benekli su yelvesi	Y	LC
			<i>Porzana parva</i>	Bataklık su yelvesi	Y	LC
			<i>Gallinula chloropus</i>	Su tavuğu	Y	LC
			<i>Fulica atra</i>	Sakarmeke	Y	LC

Eskişehir ili Günyüzü ilçesi Kavuncu Göleti sulak alanında yapılan bu çalışmada 19 Takıma ait 50 familyadan toplam 206 farklı kuş türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden 96 tür Passeriformes, 31 tür Charadriiformes, 20 tür Falconiformes, 13 tür Ciconiiformes, 11 tür Anseriformes, 7 tür Gruiformes, 4'er tür Columbiformes, Strigiformes ve Coraciiformes, 3'er tür Podicipediformes ve Apodiformes, 2'şer tür Pelecaniformes, Galliformes ve Piciformes, 1'er tür Phoenicopteriformes, Pterociliformes, Cuculiformes ve Caprimulgiformes takımlarına aittir.

Alanda tespit edilen kuşların zamansal alan kullanım tercihleri incelendiğinde 206 türden 100 türün alanın yerli kuş türü olduğu, 79 türün sadece yazın gelen ve yazı bölgede geçiren yaz göçmeni türler olduğu, 21 türün alanda sadece kışın görülen kış göçmeni türler olduğu ve 6 türün ise alanı göç sırasında kısa süreliğine kullanan transit göçer kuşu türleri olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda 10 farklı tür normal popülasyon miktarlarının altında olup küresel ölçekte tehlike altındaki türler içinde yer almaktadır. Bu türlerden; Küçük akbaba (*Neophron percnopterus*) ve dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) EN yani tehlikede; elmabaş patka (*Aythya ferina*), Şah kartal (*Aquila heliaca*) ve Toy (*Otis tarda*) VU yani hassas; pasbaş patka (*Aythya nyroca*), kara akbaba (*Aegypius monachus*), ala doğan (*Falco vespertinus*), çamur çulluğu (*Limosa limosa*) ve gökkuzgun (*Coracias garrulus*) ise NT yani tehlikeye yakın kategoride sınıflanmaktadır.

Çalışma alanındaki küresel ölçekli tehlike altında olan türlerden Küçük akbaba (*Neophron percnopterus*) 1 ve 4 numaralı gözlem noktalarında, dikkuyruk (*Oxyura leucocephala*) 1 numaralı gözlem noktasında, elmabaş patka (*Aythya ferina*) 1-2-3-4 numaralı gözlem noktalarında, şah kartal (*Aquila heliaca*) 3-4 numaralı gözlem noktalarında, toy (*Otis tarda*) 1 ve 2 numaralı gözlem noktalarında, pasbaş patka (*Aythya*

nyroca) 1-2-3-4 numaralı gözlem noktalarında, kara akbaba (*Aegypius monachus*) 1 ve 4 numaralı gözlem noktalarında, ala doğan (*Falco vespertinus*) 2 ve 4 numaralı gözlem noktalarında, çamur çulluğu (*Limosa limosa*) 1 ve 4 numaralı gözlem noktalarında ve gökkuzgun (*Coracias garrulous*) ise 2 ve 4 numaralı gözlem noktalarında kayıt altına alınmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan arazi çalışmaları ve kuş gözlemleri sonucunda tespit türden 10 kuş tür küresel ölçekli tehlike altındaki türler içerisinde yer almakta diğerleri ise küresel ölçekli olarak düşük risk seviyesinde sınıflanmaktadır. Ancak küresel ölçekli düşük risk seviyesine sahip olan türlerin ulusal boyuttaki risk seviyesi ve popülasyon miktarlarının belirlenmesi gereklidir.

İl genelinde daha önce kuş türlerinin belirlenmesine üzerinde yapılan çalışmalarda Erdoğan (2001) Alpu Doğancı Göleti'nde 13 takıma dahil 36 familyadan 86 kuş türü; Özelmas ve Karakaya (2011) 18 takıma dahil 58 familyadan 254 farklı kuş türü; Özkazanç vd. (2019) Balıkdama Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında 18 takıma ait 47 familyadan 210 kuş türü tespit etmiştir. 19 takıma dahil 50 familyadan 206 kuş türünü tespit ettiğimiz bu çalışmada tespit edilen türler ile daha önce yapılmış çalışmalarda tespit edilen türlerin benzer olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışma daha önceki çalışmalarda gözlem yapılmayan ve kuş alanı olarak önemi belli olamayan bir sahada yapıldığı için önem taşımakta ve kuş gözlemcilerine ve konunun uzmanlarına rehber olması açısından önem taşımaktadır.

Ancak ülkemizdeki diğer sulak alanlar ve önemli kuş alanları gibi Kavuncu Göletinin'de insan kaynaklı farklı aktivitelerin tehdidi altındadır. Özellikle çalışma alanının civarında fazla miktarda bulunan boş av fişekleri alandaki kuşların önemli bir av baskısı altında olduklarını göstermektedir. Yine alanda çok yaygın olarak yapılan küçükbaş hayvan otlatmaları, çoban köpekleri, köyün başıboş ve sahihsiz köpekleri alandaki kuş türleri için özellikle kuluçka döneminde önemli bir baskı oluşturmaktadır.

Her ne kadar tarımsal sulama amacı ile farklı tiplerde sulama göletleri inşa edilmekte ise de bunlar tarımsal faaliyetlerin yanı sıra buldukları bölgenin faunasına da hizmet etmekte ve önemli derecede kuş türü ve kuş birey sayısına ev sahipliği yapmaktadır. Bu tip alanlarda kuş zenginliğinin korunması için tedbirlerin alınması ve su kullanımının iyi yönetilmesi oldukça önemlidir.

Kavuncu Göleti sulak alanını tehdit eden etmenlerin daha detaylı olarak belirlenerek bu etmenlere yönelik önlemlerin ve tedbirlerin alınması alanın sürekliliği ve yapısının korunması dolayısı ile kuş türlerinin geleceği açısından büyük bir öneme sahiptir. Alınacak olan önlemler ile hem alanda bulunan mevcut kuş türlerinin korunması ve popülasyon yoğunluklarının artması hem de yeni kuş türlerinin alana gelmesine olanak sağlanabilecektir. Aksi takdirde sulak alanın bozulması hızlanacak ve sonucunda mevcut olan kuş türleri de zamanla alandan uzaklaşacak ve gölet sulak alan özelliğini kaybedecektir.

Kaynaklar

- Adızel, Ö., Durmuş, A. (2009). A study on bird species under threat and avifauna of Erçek Lake (Van-Turkey). *Scientific Research and Essay*, 4 (10), 1006-1011.
- Aksan, Ş., Mert, A. (2016). Isparta Atabey Ovası'nın kuş türleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(2), 153-157
- Atalay, A., Onmuş, O., Gül, O., Olgun, K. (2012). Bafa Gölü Tabiat Parkı'nın Ornitofaunasının Ve Alanı Olumsuz Yönde Etkileyen Çevresel Faktörlerin Belirlenmesi, 21. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 947, 03-07 Eylül 2012, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Bengil, F., Uzılday, B. (2010). The avifauna of Küçük Menderes Delta (Turkey): An evaluation on seasonal pattern of birds. *Biharean Biologist*, 4(1), 57-65.
- Beşkardeş, V. (2012). Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları avifaunası üzerine araştırmalar. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 28-34.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill, and S.H. Mustoe. (2000). *Bird Census Techniques*. Elsevier: London, 302 pages.

- Buckland, S.T. (2006) Point transect surveys for songbirds: robust methodologies. *The Auk*, 123, 345-357.
- Çelik, E. (2018). Batman ili ornitofaunası. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi* 1(2), 1-10.
- Çelik, İ. T., Yamaç, E., (2009). The ornithofauna of Yörükçürka Lake (Eskişehir). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(1), 109-115.
- Dizdaroğlu, E. (2015). *Avrupa Kuşları Kırmızı Listesi*. ISBN: 978-92-79-47450-7 vııı+68 s.
- Erdoğan, A., Öz, M, Sert, H., Tunç, M. T. (2002). Antalya-Yamansaz gölü ve yakın çevresinin avifaunası ve herpetofaunası. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(43), 33-39.
- Erdoğan, E. (2001). A Study on the ornithofauna of Doğanlı pond in Alpu-Eskişehir. *Turk J Zool*, 25, 105-109.
- Gaston, K. J., Blackburn, T. M. (1997). How many birds are there? *Biodiversity and Conservation*, 6, 615-625.
- Göktürk, T., Artvinli, T., Bucak F. (2008). Artvin kuş faunası. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (1-2), 33-43.
- Hamel, Paul B., Smith, P., Twedt, D.J., Woehr, J.R., Morris, E., Hamilton, R.B., Cooper, R.J. (1996). A Land Manager's Guide To Point Counts Of Birds in The Southeast. Gen. Tech. Rep, Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans 39 p.
- Hargeby, A., Andersson, G., Blindow, I., Johansson, S. (1994). Trophic web structure in a shallow eutrophic lake during a dominance shift from phytoplankton to submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, 279(1), 83-90.
- Karakaş, R. (2010). Bird diversity in Bismil Plain IBA'S with new records for South-eastern Anatolia. *Turkey. Eur J Wildl Res* 56, 471-480
- Kaya, M., Kurtonur , C. (2003). Gala gölü ve çevresinin (Edirne) ornitho-faunası üzerine araştırmalar. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 4(2), 169-179.
- Keten, A., Beskardei, V., Arslangüdoğdu, Z. (2010). Observation on ornithofauna of Kocaeli-Yuvacık dam watershed in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31, 189-195.
- Kılıç, A., (1999). Karapınar (Konya) yöresinin kuşları. *Tr. J. of Zoology* 23(1), 91-97.
- Kızılkaya, E., Karaca, M., Urhan, R. (2013). Investigations on ornithofauna of Sarayköy district (Denizli/Turkey) *Journal of Selcuk Universty Natural and Applied Science*, 2, 405-413.
- Küçük, Ö., Aslan, F. (2012). Sultan Sazlığı Milli Parkında Yaşayan Kuş Türleri Ve Alanın Sürdürülebilirliğini Tehdit Eden Faktörler. *21. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 865, 03-07 Eylül 2012, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Moss, B. R. (1998). *Ecology of Freshwaters: Man And Medium, Past To Future*, Blackwell Science, Oxford, 572 pages
- Öden, T. (1971). Pestisitlerin kuşlar etkisi. *Bitki Korunma Bülteni*, 11(4), 247-270.
- Özelmas, Ü., Karakaya, Ü. (2011). The ornithofauna of Eskişehir/Türkiye. *Biological Diversity and Conservation*, 4(2), 19-28.
- Özkazanç (N. K. 2016). The importance of birds in biological control and insectivorous bird species determined in Bartın. *International Journal of Bartın Faculty of Forestry*. 18(2): 55-64.
- Özkazanç Nuri Kaan, Özay Emir, Özcan Ali Uğur (2019). Balıkdamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası kuş türleri. *Turkish Journal of Forestry Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20(4), 341-351.
- Özkazanç, N., K., Özay, E. (2019). Göçmen kuşları tehdit eden faktörler. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 77-89.
- Ralph, C.J., Sauer, J.R., Droege, S. (1995). Monitoring Bird Populations by Point Counts. Gen. Tech. Rep. Forest Service, US. Department of Agriculture, Albany, 187 pages.
- Saygılı, F., Yiğit, N., Bulut, Ş. (2008). Akşehir ve Eber Göllerinin Ornitofaunası. *19. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 494. 23-27 Haziran 2018 Trabzon.
- Süel, H., Oğurlu, İ., Ertuğrul, E.T. (2018). Karacaören I baraj gölünün kuş faunası. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 9(1), 22-28.
- Synider, K. (2016). New study doubles the estimate of bird species in the world. Number of avian species soars to 18,000. American Museum of Natural History. www.amnh.org
- Şekercioğlu, Ç. H., Schneider, T. H., Fay, J. P., Loarie, S. R. (2007). Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology*, 22(1), 140-150
- Tabur, M. A., Ayvaz, Y. (2006). Gölcük Gölü (Isparta) kuşları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1),16-20.

- Tabur, M. A., Ayvaz, Y. (2005). Burdur Gölü su kuşlarının biyoekolojisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 26-145.
- Tabur, M. A., Ayvaz, Y. (2010). Kuşların Ekolojik Önemi. *Conference: Second International Symposium on Sustainable Development*, 560-565 June 8-9 2010 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Tapan, D.Ş., Dıvrak, B.B., Ayas, C., İş, G., Beton, D., Çakıroğlu, İ., (2018). Türkiye'nin 12 Ramsar alanı Değerlendirme Raporu WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), 129 sayfa.
- Tepe, M., Urhan, R. (2011). Işıklı Gölü, Gökgöl ve Yakın Çevresinin (Denizli-Afyonkarahisar) Kuşları. *X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 72, 04-07 Ekim 2011, Çanakkale
- Toprak, H. H. C., Adızel, Ö., Varol, İ. (2008). The Bird fauna of Gaziantep (Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 2(1), 41-46,
- Turan, L., Erdoğan A. (1998). Avifauna research of Antalya/ Kurşunlu redpine natural forest. *Ornithologische Gesellschaft Bayern, Orn. Anz.* 37, 141-147.
- URL 1 (2020) <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/31/Sulak-Alanlar>
- URL 2 (2020) <https://www.thespruce.com/natural-disasters-and-birds-386487>
- Uzun, A. (2010). Sapanca Gölü Sakarya Ornitofaunasının biyoekolojisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 1-14.
- Van Geest, G.J., Wolters, H., Roozen, F.C.J.M., Coops, H., Roijackers, R.M.M., Buijse, T., Scheffer, M. (2005). Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes. *Hydrobiologia*, 539(1), 239-248.
- Yurtsever S., Kurtonur C. (2003). A preliminary study on the birds of the Istranca Mountains Turkey. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 46(1), 19-28.

Assessment of Unmanned Aerial Vehicle Use Opportunities in Forest Road Project (Düzce Sample)

Mustafa Görkem Ciritcioğlu¹, Ender Buğday^{2,*}

¹General Directorate of Forestry, Bolu Forest Regional Directorate, Düzce Forest Management Directorate, Düzce, Türkiye
^{2,*}Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Çankırı, Türkiye

Article History

Received: 01.02.2022

Accepted: 13.05.2022

Published: 15.08.2022

Research Article



Abstract – Forest roads are important infrastructure facilities that enable forestry activities to continue without interruption. These infrastructure facilities are very important in terms of protection and maintenance of forests, safe transportation of the produced property, afforestation, recreation, and transportation to forest fires as soon as possible. Today, an advantageous environment has been created by the widespread use of Geographic Information Systems (GIS) software, the increase in its use, as well as the integration of clearer and reliable information within the framework of sensitive forestry understanding, with the acquisition of high-resolution images with Unmanned Aerial Vehicles (UAV). This study, with the help of UAV data and GIS on forest roads, which serve as the basic infrastructure in the fulfilment of forestry activities, for forest road design and excavation-filling calculations, drones etc. made to demonstrate the applicability of the technologies. The study was carried out on the 164 coded B Type Forest Road belonging to the Cumaova Forestry Directorate affiliated with the Düzce Forestry Operations Directorate. In line with the study, first of all, data were obtained with a multi-copter drone. A Digital Terrain Model (DTM) of the study area was produced with the raw data obtained. The produced DTM data was compared with the 12.5 m Digital Elevation Model (DEM) data showing the land structure before the road was built. At the last stage of the study, the height and position data obtained from the road line with ground measurements and the excavation-fill amounts were compared using the RoadEng software. In the light of the results obtained in this study, it is thought that safer and more precise data can be obtained in forest road design studies, and it can provide a practical approach to road planning studies for planners, decision-makers and practitioners.

Keywords – Unmanned aerial vehicle, forest road, road planning, cut and fill

Orman Yolu Projelendirilmesinde İnsansız Hava Aracı Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi (Düzce Örneği)

¹Orman Genel Müdürlüğü, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Düzce, Türkiye
²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 01.02.2022


Kabul: 13.05.2022


Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi

Öz – Orman yolları, ormancılık faaliyetlerinin aksamadan sürdürülmesini sağlayan önemli alt yapı tesislerindedir. Bu alt yapı tesisleri, ormanların korunması ve bakımı, üretilen emvalin güvenli bir şekilde taşınarak değerlendirilmesi, ağaçlandırma, rekreasyon, orman yangınlarına en kısa sürede ulaşım gibi açılardan oldukça önemlidir. Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarının yaygınlaşması, kullanımının artması ve bunun yanı sıra İnsansız Hava Aracı (İHA) ile yüksek çözünürlüklü görüntülerin elde edilmesi ile hassas ormancılık anlayışı çerçevesinde daha net ve güvenilir bilgilerin birbirine entegre edilebilmesiyle avantajlı bir ortam oluşturulmuştur. Bu çalışma, ormancılık faaliyetlerinin yerine getirilmesinde temel alt yapı görevini üstlenen orman yollarında İHA verileri ve CBS yardımıyla, orman yolu projelendirilmesi ve kazı-dolduru hesaplamalarının daha net yapılabilmesi için drone vb. teknolojilerin uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Düzce Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Cumaova Orman İşletme Şefliği 164 kodlu B-Tipi orman yolunda gerçekleştirilmiştir. Çalışma doğrultusunda, öncelikle multikopter drone aracı ile veriler elde edilmiştir. Elde edilen ham veriler ile çalışma alanına ait Sayısal Arazi Modeli (SAM) üretilmiştir. Üretilen SAM verisi ile yolun yapılmadan önceki arazi yapısını gösteren 12,5 m Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri kıyaslanmıştır. Çalışmanın son aşamasında yersel ölçümlerle yol hattından alınan yükseklik ve konum verileriyle kazı – dolduru miktarları RoadEng yazılımı kullanılarak kazı ve dolduru miktarları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada edilen sonuçlar ışığında, orman yolu projelendirme çalışmalarında daha güvenli ve hassas verilerin elde edilebileceği, plan yapıcı, karar verici ve uygulayıcılar için yol planlama çalışmalarına pratik bir yaklaşım kazandırabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – İnsansız hava aracı, orman yolu, yol planlama, kazı ve dolduru

¹  mgorkemcirit@gmail.com

²  ebugday@karatekin.edu.tr

* Corresponding Author / Sorumlu Yazar: Ender BUĞDAY

1. Introduction

Forest roads are systems that directly affect the ecological balance. It is very important to plan forest roads correctly, adhere to engineering measures in their construction and perform regular maintenance after construction. If it is planned incorrectly and the necessary protective measures are not taken during its construction, negative effects such as flood-flood, erosion, landslide, sedimentation and a decrease in the quality of life of wild animals occur (Erdaş, 1997; Görcelioğlu, 2004). For these reasons, it is extremely important to plan forest roads under the name of sensitive forestry studies, taking into account the social, ecological and economic effects of forest roads.

Forest road planning studies in the world show a great improvement until today with the rapidly developing and widespread technology (Akay and Sessions, 2005). In the period until today, there have been transformations in terms of forest road projecting methods with the effect of science and technology (Acar, 2005; Hasdemir and Demir, 2005). The development of technology has accelerated the development of Remote Sensing (UA) and Geographic Information Systems (GIS) (Buğday, 2019). In the past, studies carried out with classical planning brought about various errors and deficiencies as the measurements were not detailed. This disadvantageous situation has been turned into an advantageous situation by making significant progress in terms of both time and costs in project design works that require a lot of time and expense, thanks to the widespread use of UA techniques and GIS approaches with various software, the increase in the number of experts in this field, and the ease of access to information.

Since forest roads are mostly located in mountainous areas, there are various difficulties in their application (Öztürk et al., 2008). Factors such as unfavourable weather conditions in the area where the measurement is made, and high slope and height affect the measurement negatively. At this stage, Continuously Operating Reference Stations (CORS) device and various devices that work with various principles and measure position and distance can be used for both easy and precise measurements. However, the calculation of all excavation and fill amounts can take a lot of time because it is more complex. A high-resolution Digital Elevation Model (DEM) can be used for both efficient use of time and clearer volume estimation. These DEM data can be produced completely specific to the study area (Akgul et al., 2018). The most important advantage of DTM data obtained by Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is that it is easier to access high-resolution data.

Considering the national and international literature, UAVs are widely used (Çömert et al., 2012), excavation-filling costs can be minimized by using software in the design of forest roads (Akay and Sessions, 2005; Julge et al., 2019), UAVs can be suitable for engineering measurements (Manyoky, 2011; Zulkipli and Tahar, 2018), It can be used in volume calculations (Contreras et al., 2012; Siebert and Teizer, 2014; Bugday, 2018; Şentürk et al., 2018), it can be an important alternative in forestry applications (Akgül et al., 2016; Mentешеoğlu and İnan, 2016; Varol et al., 2017), it can create a low-cost and reliable platform. (Erdoğan, 2016; Gülci and Kılınç, 2018), it has been reported that it provides advantages in terms of productivity (Tercan, 2017; Akay et al., 2018; Fidancı and Karabörk, 2019). It has also been stated that it can be used in decision support systems (Kangas et al., 2018; Akay and Sessions, 2005) and precision forestry studies (Kellndorfer et al., 2003; Rango et al., 2006).

This study aims to use drones, etc., for forest road projecting by using UAV technology of forest roads, which perform the basic infrastructure task in fulfilling forestry activities. It brings a practical approach to forest road project studies by demonstrating the applicability of featured technologies. Within the scope of the study, firstly, the Digital Elevation Model of the time before the road was built was downloaded from www.usgs.gov internet address and saved in raster format with 0.5 m resolution with the help of reference control points using ArcGIS 10.3 TM software. On the other hand, the Digital Terrain Model (DTM) belonging to the post-road construction, images were obtained by flying with a UAV vehicle with 80% pre-overlap and 70% side-overlap. Then, a 3-dimensional point cloud was produced from these images and a 0.05 m resolution DTM was created. The DEM data of the land before the road construction and the DTM data after the road

construction were adjusted to the same spatial resolution (0.5 m) in the GIS environment, and the difference between the surfaces was determined in the 20-meter area where the road line is located. In addition, the road line was designed by the geometric dimensions of the Communiqué No. 292, B-Type Secondary Forest Road, using the RoadEng software in the computer environment for excavation and fill calculation on the surfaces. The comparative volume amount made from the DEM and DTM data and the volume amounts obtained using the projecting software were compared and the amounts were determined.

2. Material and Method

2.1. Material

The main material of the study; Western Black Sea Region, Bolu Regional Directorate of Forestry, Düzce Forestry Management Directorate, Cumaova Forestry Operations Directorate Between Muratoğlu and Paralı Tepe 40° 49' 59" - 40° 57' 28" north latitudes and 30° 46' 35"- 30 It is located between ° 58' 15" east longitude. The study was carried out on the newly constructed 164 coded B type secondary forest road route in Düzce Province Duzce Forestry Operations Directorate Cumaova Forest Operation Chief, covering an area of approximately 12378 ha. The study area is 48 km away from Düzce and within the borders of Sakarya province (Anonymous 2019). The length of the route section chosen as an example in the study is 395 m. The location of the study area is shown in Figure 1.

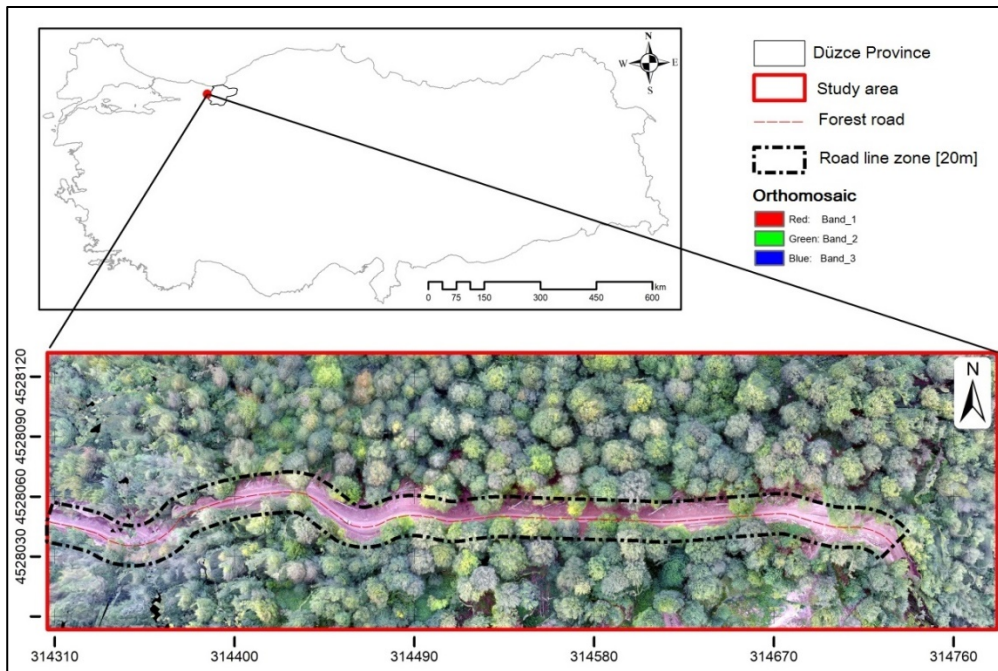


Figure 1. Location of the study area

2.2. Method

This study, with the help of UAV data and GIS on forest roads, will use drones, etc., in order to make forest road projects and excavation-fill calculations clearly carried out to demonstrate the applicability of the technologies. The flowchart prepared for this study is given in Figure 2.

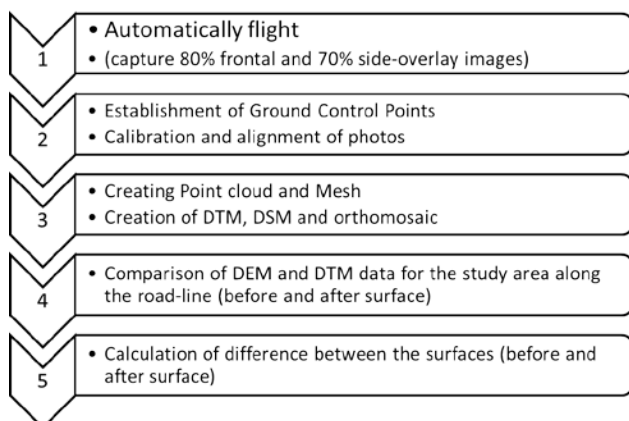


Figure 2. Flowchart of the study

The study area, Cumaova Forestry Directorate, coded 164, B-Type forest road, was used after the road construction work was completed. In order to reveal the land surface, the flight was carried out with the DJI Phantom 4 vehicle. The DJI Phantom 4 device weighs approximately 1350-1400g with its battery. It has a maximum altitude of 7000 m and a flight capacity of up to 30 minutes. Some other features of the drone are given in Table 1.

Table 1

Technical specifications of the drone device used in the study

-
- **Weight: 1350gr-1400gr**
 - **Battery: 5870 mAH LiPo**
 - **Size: 36cm-40cm**
 - **GPS Mode: GPS Yes**
 - **Camera: 4K**
 - **Maximum Speed: 40kmp-50kmp**
 - **Flight Distance: 5000m-6000m**
 - **Flight Time: 26-30 Minutes**
 - **Angle of View: 94°**
 - **Aperture: 2.8 /f**
 - **Sensor Type: CMOS**
 - **Sensor Size: 1/2.3 inch**
 - **Effective Pixels: 12 MP**
-

The flight was planned and implemented with the mobile software called Pix4D to automatically capture 80% frontal and 70% side-overlay images. Data obtained from drone tools must be processed in a computer environment. In this study, the software named Pix4D Mapper, which is the trial version of the mobile software used in automatic flight, offered for desktop computers was used (Figure 3).

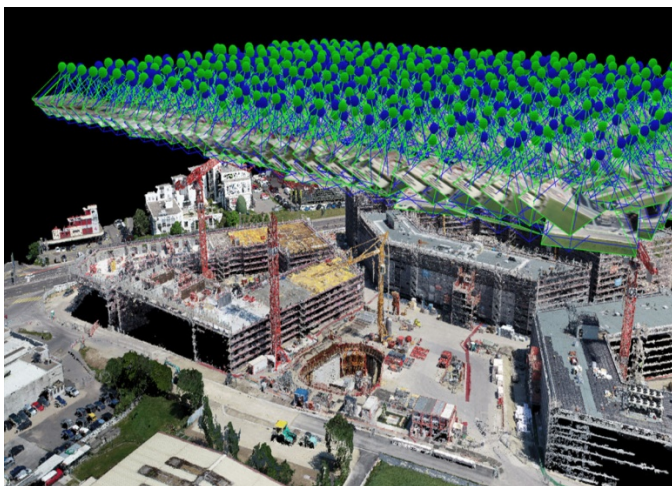


Figure 3. The interface of Pix4D software (URL 2021)

Ground control points (GCP) are required to process the data obtained from the flight in real coordinates. Here, the starting and ending points of the measured road are taken as GCP (Figure 4). In this study, Gintec G9-Model receiver was used as GNSS device. The XY and Z values obtained with this receiver were entered in the Pix4D software at the beginning of the whole process for verification, and the processes were started.

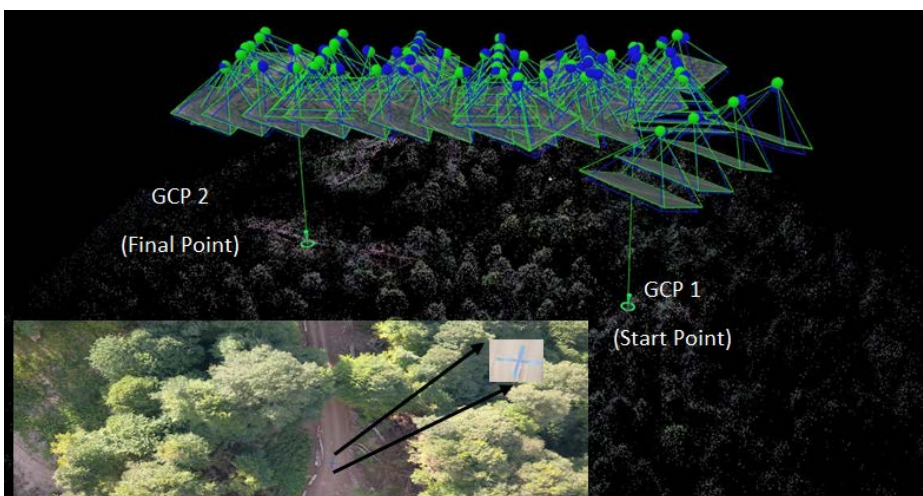


Figure 4. Field data and GCP positions processed in Pix4D software

The computer features used in the study and the preferred projection for processing the data produced in the study are presented (Figure 5). The processing of the total land was completed in approximately 17 minutes.

System Information	
Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @ 2.60GHz RAM: 16GB GPU: Intel(R) HD Graphics 530 (Driver: 27.20.100.8681)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit
Coordinate Systems	
Image Coordinate System	WGS 84
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM,zone 36N (EGM96 Geoid)
Processing Options	
Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Denstification	11m:41s
Time for Point Cloud Classification	01m:51s
Time for 3D Textured Mesh Generation	04m:02s

Figure 5. Computer system information and data processing information used in the study

The road that is the subject of the study was built in 2020. Using the raw data obtained after the drone flight over the road line, the Digital Terrain Model (DTM) of the study area was produced with a resolution of 0.04 m (Figure 6). DEM data with a resolution of 12.5 m was used as it is the closest comparable surface data. The land surface of the study area before being subject to road construction; The 12.5 m Digital Elevation Model (DEM) data for 2007 was downloaded free of charge from the internet address www.usgs.gov (URL12 2021) and converted to 0.5 m resolution using terrestrial references and saved in raster format (Figure 6). For comparison, new rasters were created by equating both height data (DEM and DTM) to 0.5 m resolution. The area difference before and after the road construction was calculated on the 20-meter road route section using the Cut-Fill module in the ArcGIS 10.3 TM software (ESRI 2018).

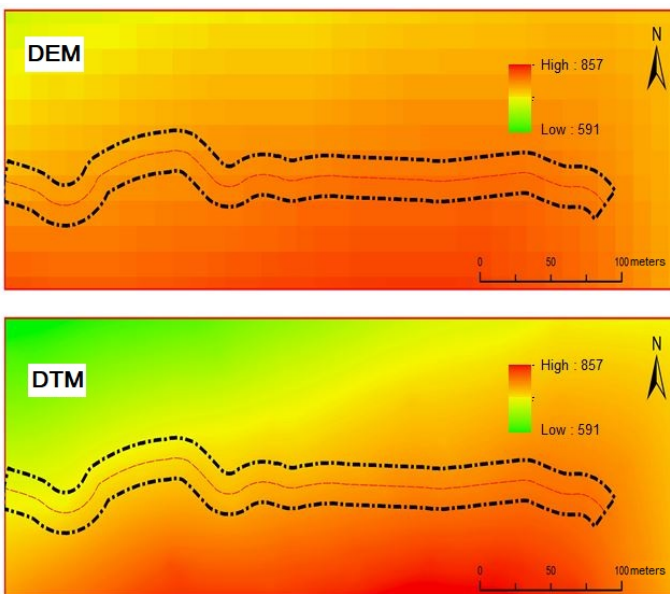


Figure 6. Study area DEM and DTM data

At the last stage of the study; by using both DEM and DTM data, height and location data obtained from the road line with ground measurements, excavation – fill amounts were designed using RoadEng software by

the principles of Communiqué No. 292 (GDF, 2008). Excavation and fill calculations were made on both land elevation data (DEM and DTM) and the results were compared.

3. Results

The work area road line and its surroundings were imaged with a drone and processed using Pix4D software and ArcGIS 10.3 TM GIS software. According to the grid method, an automatic flight was made from a height of 120 meters from the road surface and the image acquisition process was completed in 7 minutes. A "road line zone" has been formed according to the total 20m road width mentioned in the Communiqué No. 292. The area of this zone is 8850 m² in total and the length of the forest road section measured on the route is 395 m.

The coordinates of the start and endpoints (total of two points) of the road in the study area were taken with the help of the GNSS-CORS device. The DTM and orthomosaic image of the study area was obtained using the temporary version of the Pix4D Capture software (Figure 7).

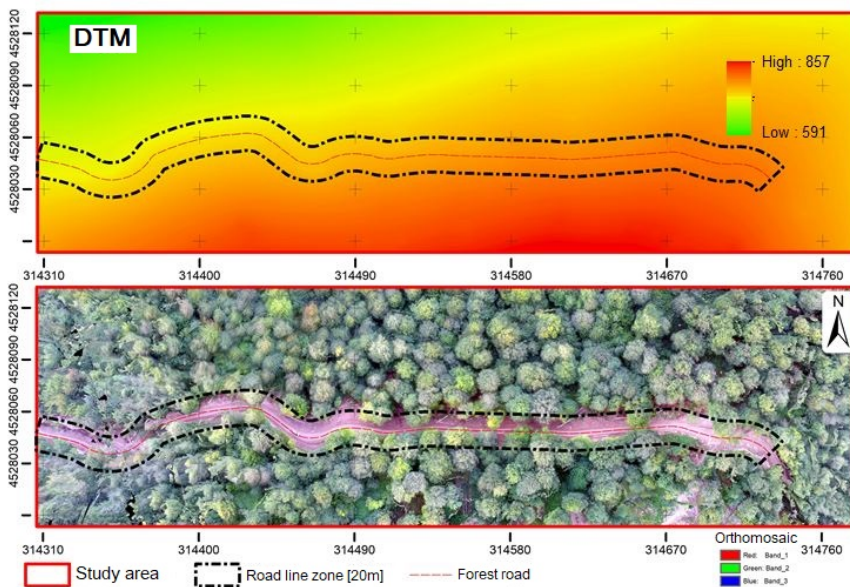


Figure 7. DTM data of the study area

In the measured route section of the forest road in the study area, DEM data of 2007 (12.5 m×12.5 m resolution) and DTM (0.05 m×0.05 m resolution) data obtained after the flight in 2020 were used with terrestrial references. It was compared with the same resolution (0.5 m×0.5 m) in ArcGIS 10.3 software. As a result of the comparison, it was calculated that the road line consisted entirely of the excavation area and the total excavation amount was 7804 m³ (Figure 8).

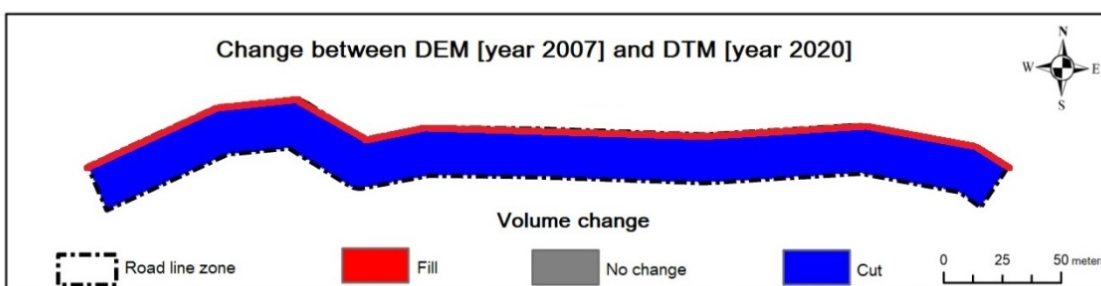


Figure 8. Road line cut and fills locations

In the study area, by the Communiqué No. 292, the geometric features of the B-Type Secondary Forest Road were entered and the road sizing and projecting processes on the DEM and DTM data were made using RoadEng (with trial license) software. After the horizontal and vertical curve arrangement of the forest road was made in the computer environment, the accuracy was checked by overlapping the existing road one-to-one. After the calculations made with the RoadEng software, 6238.6 m³ of excavation and 936.6 m³ of fill (net excavation amount = 5302 m³) were calculated based on the DEM data (Figure 9).

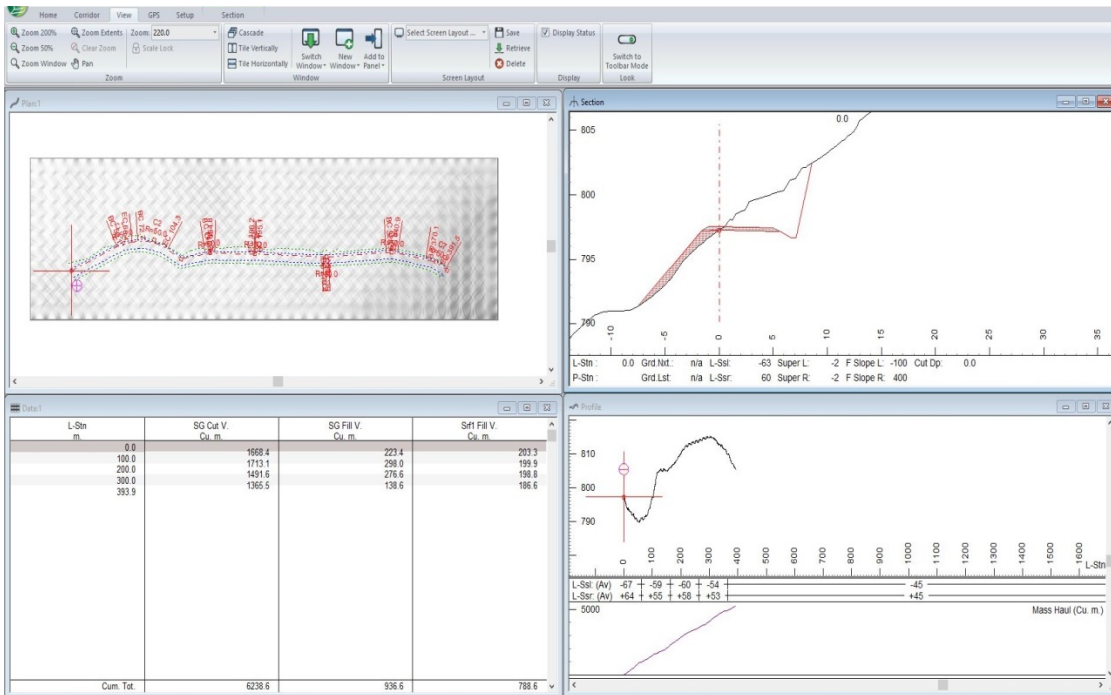


Figure 9. Cut–fill calculation using DEM data

Similarly, 6091.5 m³ of excavation and 580.6 m³ of fill = net excavation amount = 5510 m³) were calculated based on DEM data (Figure 10).

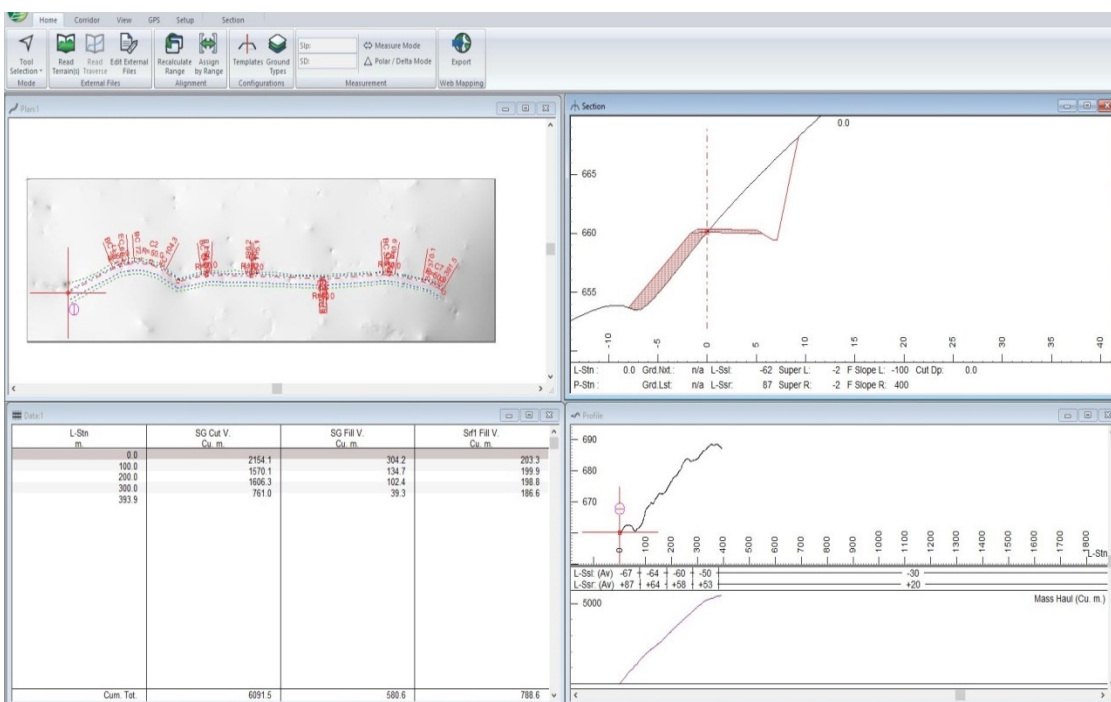


Figure 10. Cut–fill calculation using DTM data

4. Discussion and Conclusion

In an environment where technological progress and applications are rapidly developing, in almost all sectors; there are expectations especially for planning, project design and realization of high-efficiency targets. Transferring technological developments to planning and decision-making is an advantageous and sustainable approach. Since the forestry sector is at the center of such activities and targets, it is positively affected by technological developments. With the existence of sensitive, reliable and more detailed data necessary for implementers, plan makers and decision-makers to carry out more accurate activities, the need for quality information can be quickly met. With the combined use of Geographic Information Systems (GIS) and high-tech devices, it is a practically applicable rational approach to prioritize the most suitable one for business purposes among the alternatives in the forestry sector and move on to the projecting, planning and construction stages. In this study, the Digital Terrain Model (DTM), which is used as a base for the forest road project of the drone vehicle, is emphasized and it is revealed how much excavation and fill volumes, can be reached before the road is built by converting the data with a resolution of 0.05 m (5 cm) into quality information.

The basis of modelling studies is to process the information about the object/case and include the parameters selected in line with the determined purpose in the decision-making system. Obtaining a model with the least error and the highest accuracy rate in the computer environment, as if it were real life, affects the accuracy of the project design and calculation studies to the same extent. High-resolution and more accurate information play a key role in the successful implementation of planning. The presence of information that can turn into such quality information in land modelling studies provides an advantageous planning and decision-making environment. As a result of the comparison using the DEM-DTM data made in this study, it has been determined that the road line consists entirely of the excavation area and the total amount of excavation is 7804 m³. The net excavation amount after the calculation designed according to the existing road geometry on the DEM data was calculated as 5302 m³, and the net excavation amount after the calculation projected according to the existing road geometry on the DEM data was calculated as 550.9 m³.

The difference (7804 m³) between the field data of 2007 (DEM) and the field data of 2020 (DTM-2020) can give approximate excavation–filling information. However, more detailed information; When compared with the relevant operation chief, which follows all stages of the road construction work and keeps records with the help of tables, the evaluation made on the DTM data was calculated from the amount of excavation (5510.9 m³) obtained by the application of the existing road line. The biggest obstacle when making comparisons here; is the absence of coordinate points of the piles (like bridge piles, slope piles, etc.) used in the application of the road route to the land. After the application, which is a routine activity in every project, it is not possible to make a healthier evaluation in the computer environment, since the coordinates of the piles driven when the road construction is started are not taken. Before the start of the entire road construction in the enterprise, the coordinates of the piles belonging to the relevant route can be taken and the road route geometry can be effectively projected in the computer environment by overlaying them with the high-resolution field data. With the use of more detailed data, a more precise and less erroneous volume can be made. Considering today's technological possibilities, it is thought that Forest General Directorate will encourage the use of high-resolution field data and will prepare the environment that will enable more accurate calculations and more accurate planning. In future studies, the feasibility of project design studies can be demonstrated with the use of UAVs with different technical characteristics and different modelling approaches for plan makers, implementers and decision-makers.

Acknowledgements

This study, titled “Evaluation of Unmanned Aerial Vehicle Use Opportunities in Forest Road Project (Düzce Sample)” by Mustafa Görkem CİRİTCİOĞLU, who was carried out in the Department of Forest Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences at Çankırı Karatekin University, is derived from Master’s Thesis.

Authors Contribution

All authors contributed jointly to this article.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

References

- Acar, H. (2005). Orman Yollar, Ders Notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Teksir (82), Trabzon, Türkiye.
- Akay, A. E. and Sessions, J. (2005). Applying The Decision Support System, Tracer, To Forest Road Design. *Western Journal of Applied Forestry*, 20(3), 184-191.
- Akay, A. E., Taş, İ., ve Büyüksakallı, H. (2018). Ormancılık Uygulamalarında Drone İle Entegre Lıdar Veri Temini Sistemlerinin Kullanımı. *Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi*, 25 sayfa, Antalya.
- Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S., ve Öztürk, T. (2016). İnsansız Hava Araçları İle Yüksek Hassasiyette Sayısal Yükseklik Modeli Üretimi ve Ormancılıkta Kullanım Olanakları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 104-118.
- Akgul, M., Yurtseven, H., Gulci, S. and Akay, A. E. (2018). Evaluation Of Uav-and Gnss-Based Dems for Earthwork Volume. *Arabian Journal For Science and Engineering*, 43(4): 1893-1909.
- Anonymous. (2019). Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Cumaova Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı. 62 sayfa, Düzce.
- Bugday, E. (2018). Capabilities of Using UAVs in Forest Road Construction Activities. *European Journal of Forest Engineering*, 4(2), 56-62.
- Buğday, E. (2019). Orman Yönetiminde İnsansız Hava Aracı Uygulamaları. 2nd International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2019), June 28-29, Ankara.
- Çömert, R., Avdan, U. ve Şenkal, E. (2012). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ve Gelecekteki Beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.
- Contreras, M., Aracena, P., and Chung, W. (2012). Improving Accuracy in Earthwork Volume Estimation for Proposed Forest Roads Using a High-Resolution Digital Elevation Model. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 33(1), 125-142.
- Erdaş, O. (1997). Orman Yolları Cilt: I, Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 391 Sayfa, Trabzon.
- Erdoğan, A. (2016). Şeritvari Haritaların İnsansız Hava Araçları ile Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 sayfa, Konya.
- ESRI, (2018). How Cut Fill Works. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-cut-fill-works.htm>. Accessed: 10/04/2021.
- Fidancı, Y. ve Karabörk, H. (2019). İnsansız Hava Araçlarının Ormanlık Alanlardaki Karayolu Projelerinde Kullanımı. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 473-485.
- GDF, (2008). Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı, Tebliğ No: 292, Ankara.
- Görçelioğlu, E. (2004). Orman Yolları-Erozyon İlişkisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İ.Ü. Yayın No. 4460, O.F. Yayın No. 476, 184 sayfa, İstanbul.
- Gülci, S. ve Kılınç, G. (2018). Uçangöz Yardımıyla Kazı Sonrası Oluşan Toprak Yığını Hacim Ölçümünün Değerlendirilmesi. *Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi*, Antalya.
- Hasdemir, M. ve Demir, M. (2005). Ormancılıktaki Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları ve Orman Yol Yoğunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*

- Dergisi Seri B, 55(2), 1-13.
- Julge, K. Ellmann A. and Köök, R. (2019). Unmanned Aerial Vehicle Surveying for Monitoring Road Construction Earthworks. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 14(1), 1-17.
- Kangas, A., Gobakken, T., Puliti, S., Hauglin, M. and Næsset, E. (2018). Value of Airborne Laser Scanning and Digital Aerial Photogrammetry Data in Forest Decision Making. *Silva Fenn*, 52(1), 9923.
- Kellndorfer, J. M., Dobson, M. C., Vona, J. D., and Clutter M. (2003). Toward Precision Forestry: Plot-Level Parameter Retrieval for Slash Pine Plantations with Jpl Aırsar. *Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(7), 1571-1582.
- Manyoky, M., Theiler, P., Steudler, D. And Eisenbeiss, H. (2011). Unmanned aerial vehicle in cadastral applications. In *Proceedings of the International Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics*, 57-62, Copenicus.
- Menteşeoğlu, B. E. ve İnan, M. (2016). İnsansız Hava Araçlarının (İha) Ormancılık Uygulamalarında Kullanımı. VI. Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu, 1(1), 316-324, Adana.
- Öztürk, T., Şentürk, N. ve Akgül, M. (2008). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Orman Yollarında Sanat Yapısı İhtiyacının ve Konumunun Belirlenmesi. İçinde I. Uzaktan Algılama Sempozyumu, 544-553, Kayseri.
- Rango, A., Laliberte, A., Steele, C., Herrick, J. E., Bestelmeyer, B., Schmutge, T. and Jenkins, V. (2006). Using Unmanned Aerial Vehicles for Rangelands: Current Applications and Future Potentials. *Environmental Practice*, 8(3), 159-168.
- Şentürk, N., Akgül, M., Öztürk, T. ve Akay, A. O. (2018). Orman Yollarında Kazı-Dolgu Miktarlarının Hesaplanmasında Topoğrafik Harita Tabanlı Geleneksel Yöntem ile Bilgisayar Destekli Yöntemin Karşılaştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3): 618-626.
- Siebert, S. and Teizer, J. (2014). Mobile 3d Mapping For Surveying Earthwork Using an Unmanned Aerial Vehicle (Uav), *Automation İn Construction*, 41: 1-14.
- Tercan, E. (2017). Karayolu Projelerinde İnsansız Hava Aracı ile Üretilen Sayısal Arazi Modelinin Değerlendirilmesi: Bucak-Kocaeliler Yolu Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 172-183.
- Varol, T., Ertuğrul, M., Emir, T., and Özel, H. B. (2017). User Opportunities of Unmanned Air Vehicles (UAV) for Forest Fires, *Journal of Scientific and Engineering Research*, 2017, 4, 126-133.
- Zulkipli, M. A. and Tahar K. N. (2018). Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design. *International Journal of Optics*, Article ID 1871058.

Mobil LiDAR ile Orman Envanterlerinde Farklı Örneklem Tasarımlarının Veri Hassasiyeti ve İş Verimliliğine Etkisi: Rize Şenyuva Örneği

Can Vatandaşlar^{1,*}, Mustafa Zeybek², Süleyman Borucu³

^{1,*} Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
² Selçuk Üniversitesi Güneysinir Meslek Yüksekokulu Tapu ve Kadastro Bölümü, Konya, Türkiye
³ Orman Genel Müdürlüğü Pazar Orman İşletme Müdürlüğü, Rize, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 09.02.2022

Kabul: 16.05.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışmada, mobil lazer tarama (LiDAR) sistemleriyle gerçekleştirilecek orman envanterleri için optimum örneklem tasarımı ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışma, Şenyuva Orman İşletme Şefliği'ndeki saf Ladin sahasında, geleneksel envanter yöntemleriyle ölçülen örnek alanlara dayalı olarak yürütülmüştür. Aynı saha, mobil LiDAR ile farklı şekillerde taranmış ve üretilen nokta bulutları farklı büyüklüklerde kesilerek, daha önce ölçülen meşcere parametrelerinin değerleri bu yöntemle de belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle (çapölçerle) tam alanda (1.834,4 m²) ölçülen göğüs çapı ile LiDAR verisi üzerinden belirlenen göğüs çapı değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05). İki veri setinin ortalamaları arasındaki fark 1 cm'nin (~%2) altındadır. Birim alandaki ağaç sayıları birbir aynı bulunmuştur. Hâkim ağaç boyu ise 1 m'nin (~%1,5) altında hatayla belirlenebilmiştir. Sonuçta, farklı koşullarda çalışan uygulayıcılar için farklı reçeteler geliştirilmiştir. Genel itibarıyla, örneklemede yaklaşık ±%10'luk hata payı kabul görüyorsa; saha dışarıdan tarandıktan sonra verinin 400 m²'lik daire şeklinde kesilerek analiz edilmesi önerilebilir. Daha hassas araştırmalarda ise saha dışarıdan tarandıktan sonra tam alanda analiz gerçekleştirilmelidir. Eğer 1 ha'dan büyük sahalarda çalışılacaksa, meşcerenin içeriden taranması zorunlu hale gelmektedir.

Anahtar Kelimeler – El tipi mobil lazer tarama (LiDAR), GeoSLAM Zeb Horizon, hassas ormancılık, orman amenajmanı, orman envanteri

The Effect of Sampling Design on Data Precision and Practicality in Mobile-LiDAR-based Forest Inventories: Case Study from Rize Senyuva

¹ Artvin Coruh University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Artvin, Turkey
² Selcuk University Guneyisnir Vocational School, Department of Land Registry and Cadastre, Konya, Turkey
³ General Directorate of Forestry, Pazar Forest Enterprise, Rize, Turkey

Article History

Received: 09.02.2022

Accepted: 16.05.2022

Published: 15.08.2022


Research Article

Abstract – This study aims to determine an optimal sampling design for forest inventories performed by mobile laser scanners (LiDAR). To this end, the study area, located in Şenyuva Forest Planning Unit, was first surveyed using the conventional ground measurement method by sample plots. Then, it was scanned by mobile LiDAR with different walking routes. Produced point clouds were clipped with different shapes and sizes for feature extraction. Finally, the two datasets were compared for the same stand parameters. Regarding diameter at breast height (DBH), no significant difference was found between the LiDAR data and ground truth (p>0.05) for the entire area (1,834.4 m²). The difference between the datasets was less than 1 cm (~2%) based on the mean of the two data. The number of trees parameter was completely the same and the deviation in dominant tree height was less than 1 m (~1.5%). In conclusion, specific prescriptions were written out for practitioners, surveying different forest conditions. Accordingly, clipping the LiDAR data by 400-m² circles by scanning the plot from outside is the best option for practitioners who can accept an estimation error of about 10%. The practitioners, who need more precise estimates, should analyze the same data on the entire plot without clipping. If the plot size is greater than 1 ha, scanning within the stand would be necessary.

Keywords – Handheld mobile laser scanning (LiDAR), GeoSLAM Zeb Horizon, forest inventory, forest management, precision forestry

^{1*}  canvatandaslar@artvin.edu.tr

²  mzeybek@selcuk.edu.tr

³  suleymanbr@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Can VATANDAŞLAR

1. Giriş

Orman kaynaklarının planlanması kapsamında gerçekleştirilen orman envanterlerinde örnek alanlardaki ağaçların sayısı, çapı, boyu gibi meşcere parametreleri ölçülmektedir. Bu ölçümlerin geleneksel arazi çalışmalarıyla gerçekleştirilmesi oldukça zor olmakta ve zaman almaktadır (Eraslan, 1982; Seki ve Sakici, 2021). Arazi çalışmaları, orman amenajman planı yenileme işinin en önemli masraf kalemini oluşturmaktadır. Diğer yandan, arazide meydana gelebilen insan kaynaklı hatalar (örn. ağaç kaçırma, yanlış ölçüm, kayıt hatası vb.) veri güvenilirliğini riske atabilmektedir. Dolayısıyla, orman envanteri çalışmalarında geçmişte olduğu gibi bugün de çeşitli uzaktan algılama kaynak ve yöntemlerinden sıklıkla yararlanılmaktadır (Asan, 2017; Ganivet vd., 2019; Ozkan vd., 2022).

Kızılötesi hava fotoğrafları ve çok bantlı uydu görüntüleri orman envanterlerinde geçmişten beri kullanılagelen optik uzaktan algılama kaynaklarıdır. Bu kaynaklardan genellikle alan envanterinde yararlanılmaktadır. Geniş orman arazileri yukarıdan görüntülenebildiği için özellikle ormanlık/ormansız alan hesabı, ağaç türü tespiti ve taslak meşcere haritalarındaki sınırların çizimi mümkün olmaktadır (OGM, 2017; Yurtseven ve Yener, 2019). Ayrıca, ağaçların tepe tacı genişliği, boyu ve çapı arasındaki allometrik ilişkilerden yararlanarak gövdenin yerden 1,30 m yükseklikteki göğüs çapı da tahmin edilebilmektedir. Ancak, tahmin modellerinin kurulabilmesi için yersel ölçümlere de ihtiyaç duyulmaktadır (Seki ve Sakici, 2021). Ozdemir (2008)'in gerçekleştirdiği çalışma, uydu görüntüleri üzerinden kurulan göğüs çapı tahmin modellerinin orman amenajman pratiğinde ihtiyaç duyulan doğruluk düzeylerine ulaşamadığını göstermektedir. İnsansız Hava Araçları (İHA) ile üretilen daha yüksek çözünürlüklü haritalarla tepe tacı modellerinin doğruluğunu arttırmak mümkünse de (Yılmaz ve Güngör, 2019), İHA uçuşlarıyla kapsanan alan miktarı oldukça sınırlıdır. Diğer yandan, bu uçuşları gerçekleştirecek ve verileri analiz edecek teknik personel eksikliği de ülkemizde önemli bir kısıt oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, İHA haritalama tekniği Türkiye'de orman işletme şefliği bazında gerçekleştirilen planlama ve envanter çalışmalarında tercih edilmemektedir.

Uzaktan algılama ve robotik teknolojilerinin hızla gelişmesi sonucunda lazer tarama (LiDAR) sistemleri de küçülmüş ve oldukça yaygınlaşmıştır. Günümüzde havasal, yersel statik, yersel mobil ve hatta akıllı cep telefonlarına entegre edilmiş birçok LiDAR cihazı bulunmaktadır. Havasal LiDAR sistemleri, nokta yoğunluğunun az olması ve lazer sinyallerinin ormanın alt tabakalarına yeterince nüfuz edememesi nedeniyle ağaç sayısı ve göğüs çapı bilgisinin doğrudan çıkarımında yetersiz kalmaktadır. Yersel statik LiDAR sistemleriyle yeterli nokta yoğunluğu oluşturabilmekte fakat bu sistemler, statik doğası gereği, aynı örnek alan içerisinde farklı kurulum noktalarına taşınarak birden çok kez veri alınmasına gereksinim duymaktadır. Tek seferde kesintisiz olarak toplanamayan nokta bulutu verilerinin bilgisayar ortamında birleştirilerek koordinatlandırılması da iş yükünü ve hata miktarını arttırmaktadır. Bu kısıtlılıklarından dolayı yersel statik sistemlerin orman envanteri amacıyla kullanımı pratik bulunmamaktadır. Mobil LiDAR sistemleri ise ormancılık uygulamaları için çok daha kullanışlı görülmektedir (Gollob vd., 2020; Vatandaşlar ve Zeybek, 2020; 2021). Çünkü hafif oluşları sebebiyle ormanda tek operatör tarafından rahatlıkla kullanılabilen ve de orman ağaçlarını yakından ve her yönden tarayabildiği için yeterli yoğunlukta nokta bulutu verisi oluşturabilmektedir. Diğer taraftan, bu cihazlardaki Eşzamanlı Konum Belirleme ve Haritalama (SLAM) algoritması, sistemin Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) sinyaline ihtiyaç duymadan lokal koordinat sisteminde haritalama yapabilmesine olanak tanımaktadır. Nitekim, son yıllarda özellikle el tipi mobil LiDAR'lar ile ülkemizde de araştırma ve uygulama çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

Türkiye'de gerçekleştirilen ilk çalışmada GeoSLAM Zeb-Revo cihazı Artvin-Merkez ormanlarında denenmiştir (Vatandaşlar ve Zeybek, 2020). İbrelili türlerin baskın olduğu dokuz örnek alan OGM (2017)'de belirtilen "ağaç serveti ve artım envanteri" yöntemine göre geleneksel olarak ölçülmüş ve devamında cihazla taranmıştır. Toplam 437 ağacın yersel ölçüm ve LiDAR verisinden üretilen göğüs çapları arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır ($p>0.05$). Göğüs çapı değerleri arasında %97 şiddetinde pozitif yönlü korelasyon söz konusudur ($R=0.97$). Bu çalışmada ayrıca ağaç ve fidan sayısı, göğüs yüzeyi, hacim ve boy değerleri de

ölçülmüştür. Ağaç boyu hariç diğer meşcere parametreleri başarılı şekilde hesaplanmıştır. Yine aynı cihazla Trabzon'da gerçekleştirilen bir başka çalışmada yapraklı türlerin de bulunduğu saf ve karışık örnek alanlarda benzer ölçümler gerçekleştirilmiş ancak LiDAR verilerinden türetilen meşcere parametreleri yazılan otomasyon sistemiyle insan müdahalesi olmadan hesaplanmıştır (Vatandaşlar ve Zeybek, 2021). Bu çalışmada ayrıca tepe tacı ve diri örtünün kapalılık dereceleri de saptanmış ve haritalanmıştır. Geleneksel ve LiDAR'a dayalı envanter yöntemleriyle hesaplanan meşcere parametreleri arasındaki ortalama farklar %10'dan daha düşüktür. İki yöntemle ölçülen göğüs çapları arasındaki korelasyon ortalama %99'dur ($R=0.99$). Son olarak, Artvin-Şavşat'ta daha kapsamlı bir çalışma daha gerçekleştirilmiştir (Vatandaşlar vd., 2022). Bu çalışmada öncekilerden farklı olarak Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'yla (OİPD) ortak çalışılarak Zeb-Horizon cihazı kullanılmıştır. Orman amenajman planları yenilenen bölgenin planlaması kapsamında orman amenajman başmühendisliğinin ormana dağıttığı örnek alanlar birlikte ziyaret edilmiştir. Teknik personelin OGM (2017) uyarınca geleneksel yöntemle ölçtüğü sahalar yeni nesil mobil LiDAR cihazıyla arazide taranmış ve büroda karşılaştırmalar yapılmıştır. Orman amenajman başmühendisliği, Amenajman Rehberlik ve Denetim Başmühendisi ve OİPD mühendis ve yöneticileriyle birlikte gerçekleştirilen ayrıntılı değerlendirmeler sonucunda hazırlanan teknik rapor, çalışma alanının Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı'nda yer almaktadır (OGM, 2022). Burada, orman amenajman başmühendisliğinin arazi ölçümleri mutlak doğru kabul edilmiş ve buna göre mobil LiDAR cihazıyla; göğüs çapı 0,68 cm (%2,2), ağaç sayısı 14 adet/ha (%2,0), meşcere üst boyu 0,8 m (%3,4) ve meşcere hacmi 15,7 m³/ha (%24,6) ortalama hata değerleriyle hesaplanabilmiştir. Hacimdeki yüksek hata oranı, amenajman planında kullanılan tek girişli hacim tablosuyla hesaplanan gövde hacmi değerlerindeki sapmalara dayandırılmıştır (OGM, 2022).

Yukarıda farklı cihazlarla farklı arazi koşullarında ve onlarca meşcere tipinde gerçekleştirilmiş çalışmalar sonucunda mobil LiDAR ile envanter yönteminin genel olarak uygun olduğu görülmüş ve GeoSLAM Zeb-Horizon cihazının ormancılık uygulamaları için Zeb-Revo'ya nazaran daha kullanışlı olduğu değerlendirilmiştir. Bunun ana nedeni; iki cihazın aktif tarama menzilleri (mesafe) arasındaki önemli farklılıktır. Zeb-Horizon'un döner başlıklı kafasında bulunan sensör 360°'lik açıyla her yöne doğru 100'er m lazer ışını saçarken, Zeb-Revo'da bu değer yalnızca 20 m'dir. Vatandaşlar ve Zeybek (2021) cihazın kullanım kılavuzunda 20 m olarak belirtilen menzilin orman koşullarında aktüelde 12-13 m'ye kadar düştüğünü deneyimlemişlerdir. Dolayısıyla, Zeb-Revo ile ağaçlık çağındaki (≥ 20 cm) bireylerin boyunu başarılı şekilde ölçmek pek mümkün değildir. Zeb-Horizon cihazının kullanılması durumunda ise meşcere üstboyu 1 m'nin altında ortalama hatayla ölçülebilmektedir (Vatandaşlar vd., 2022). Tüm bu deneyim ve karşılaştırmalar sonucunda söz konusu cihaz OGM tarafından satın alınarak OİPD envanterine katılmıştır.

Görüldüğü gibi, mobil LiDAR cihazlarıyla orman envanteri hem dünyada hem de ülkemizde çalışılan güncel bir araştırma konusudur (Del Perugia vd., 2019; Gollob vd., 2020; Hyyppa vd., 2020; Vatandaşlar ve Zeybek, 2021). Ancak, ülkemizde yapılan mobil LiDAR çalışmaları OGM (2017)'de geleneksel yersel ölçümlere dayalı klasik envanter yöntemlerindeki örnekleme tasarımlarına göre planlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, aynı yaşlı meşcerelerde tepe kapallığı uyarınca 400 m², 600 m², 800 m² büyüklüğündeki dairesel örnek alanlar orman fonksiyonuna göre 300×300 m ya da 600×600 m aralık-mesafe ile ormana sistematik olarak dağıtılmaktadır. Bu örnek alanlara gidilerek hem geleneksel ölçüm hem LiDAR taraması gerçekleştirilmekte ve sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Halbuki bu örnekleme tasarımı 1955 yılında yayınlanmış "*Orman Amenajman Planlarının Tanzimine ve Tatbikine Ait Talimatname*" (OGM, 1955)'den kalmaz ve klasik yersel envanter yöntemlerinin gereksinimlerine göre belirlenmiştir (Şahin vd., 2021). Mobil LiDAR'a dayalı envanter yöntemi, tamamıyla farklı örnekleme tasarımlarına gereksinim duyabilir. Yurtdışında bu konuyu araştırmak adına aynı ormanda farklı örnekleme tasarımları kurarak çoklu LiDAR taramaları yapıp optimal sonuca ulaşmaya çalışan denemeler mevcuttur (Del Perugia vd., 2019). Fakat ülkemizde bu konuyu araştıran bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Dolayısıyla, ülkemizin kendine has doğal orman ekosistemlerinde farklı meşcere tipleri için optimal örnekleme tasarımlarının belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu sayede, OGM'nin 299

Mobil LiDAR uygulama çalışması Şenyuva OİŞ'nin 168 numaralı bölmesindeki bir bölmecikte gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bölmeçiğin meşcere tipi Lcd3 ($\geq 70\%$ kapalılıkta, ince ve orta ağaçlık çağında, saf Ladin), alanı 17 ha, ortalama eğimi 24% 'tür. Aynı yaşlı maktalı orman formunda olan Lcd3 meşceresi VI. yaş sınıfındadır (100-120 yaş aralığında). Meşcerede ortalama 818 adet/ha ağaç bulunmaktadır. Meşcerenin hacmi $483 \text{ m}^3/\text{ha}$ ve hacim artımı ise $12 \text{ m}^3/\text{ha}$ 'dır. Meşcere kesime olgunluk çağına erişmiş olmasına rağmen orman amenajman planında Doğal Sit Alanları İşletme Sınıfı'nda olduğu için bakım blokunda yer almaktadır. Meşcerenin bulunduğu yetişme ortamının verim gücü I. bonitet sınıfı olarak saptanmıştır.

2.2. Mobil LiDAR Cihazının Özellikleri

Bu çalışmada, SLAM algoritmasına sahip bir el tipi mobil LiDAR sistemi olan GeoSLAM Zeb-Horizon cihazı kullanılmıştır (GeoSLAM, 2022). Yeni nesil cihazın veri toplama hızı saniyede 300 bin, tarama menzili ise 100 m'dir. Bu değerler, geçmişte üretilmiş benzer cihazlara (Zeb1, Zeb-Revo, Zeb-Revo-RT) göre yaklaşık beş kat daha fazladır. Cihaz temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır: *i*) Elde tutulan döner başlıklı kısım ve *ii*) Veri kaydedici (Şekil 2). Birinci kısım 1,3 kg ağırlığındadır ve üzerinde VLP-16 marka lazer sensörü bulunur (VLP16, 2022). Sensör 16 kanala sahiptir. Tek geri dönüş modunda saniyede 300 bin noktayı ölçmek için uçuş süresi (*time-of-flight*) prensibinden yararlanır. Lazer sinyallerinin dalga boyu 903 nm'dir. Elde tutulan kısımdaki diğer aparat ise atalet ölçme birimidir (*IMU*). Bu kısma tercihe bağlı olarak 4K çözünürlüklü harici kamera da ayrıca entegre edilebilmektedir. Kamera sayesinde, taramayla eşzamanlı olarak video kaydı yapılmaktadır.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan mobil LiDAR cihazının görünümü

Cihazın ikinci kısmı veri kaydedicisinden (*data logger*) oluşmaktadır. Veri kaydedici 2,4 kg olup işlem birimi, disk deposu (120 GB SSD) ve bataryadan (aralıksız çalışma süresi 3,5 saat) ibarettir. Aktarım kablosu sayesinde birinci bölümle iletişim sağlanır. Ölçülen ham veriler dakikada ortalama 150 MB boyutunda yer kaplar. Bu verinin aktarımı için USB 3.0 bağlantı noktası kullanılır (GeoSLAM, 2022; Gollob vd., 2020). GeoSLAM Türkiye distribütörü, Zeb-Horizon cihazının 2022 yılı için satış fiyatının 45 bin Avro (+ KDV) olduğunu bildirmektedir.

Zeb-Horizon ile veri alım işlemi atalet ölçme biriminin çalışmasıyla başlar. Bu durumda cihazın ilk çalıştırıldığı noktanın, kartezyen koordinat sistemindeki *x*, *y*, *z* eksen değerlerine 0 atanır. Diğer bir ifadeyle, üç boyutlu (3B) nokta bulutlarının orijin noktası burası olur. Orijin noktası belirlendikten sonra, LiDAR sensörünün bulunduğu döner başlığın harekete geçmesi ile tarama işlemi devam eder. Başlangıç noktasına (orijine) geri dönerek döngü (*loop*) tamamlandığında tarama işlemi de sonlandırılır (GeoSLAM, 2022).

2.3. Arazi Ölçümleri

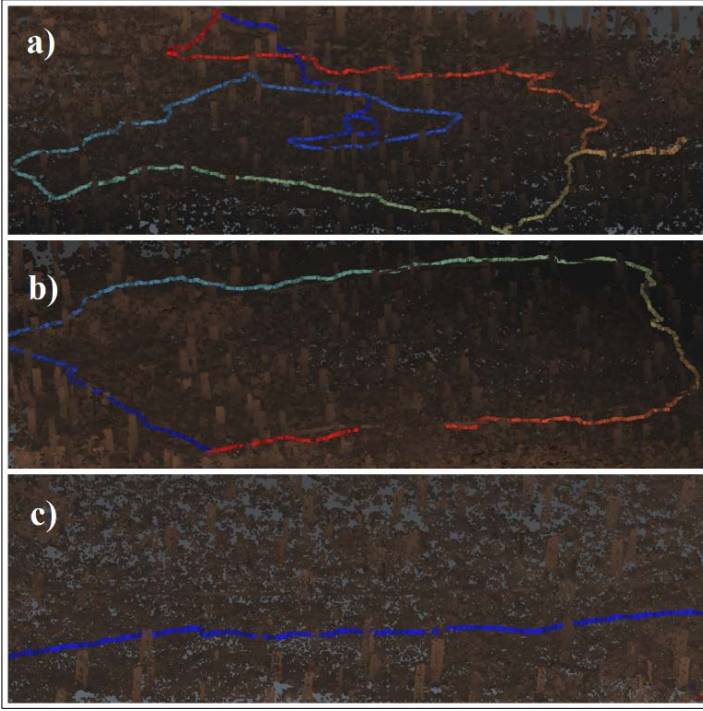
Sahada öncelikle geleneksel ağaç serveti ve artım envanteri (OGM, 2017) gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda $1.834,4 \text{ m}^2$ 'lik alan emniyet şeridiyle çevrilmiş (Şekil 3a) ve içine giren $\geq 8 \text{ cm}$ çapa sahip tüm ağaçlara

tebeşirle numara verilmiştir. Numaralandırılan ağaçların göğüs çapı Haglöf çelik kumpas ile mm hassasiyetinde ve çift taraflı olarak ölçülmüştür. İki ölçümün ortalaması, ağaç türü ve ağaç numarası ile birlikte envanter karnesine kaydedilmiştir. Diğer taraftan, emniyet şeridiyle çevrili sahadaki en boylu ağacın boyu da arazide geleneksel yöntemle ölçülmüştür. Hakim ağaç boyu ölçülürken Vertex IV dijital hipsometre kullanılmıştır. Bunun için, hipsometrenin transponder'ı ağaç gövdesine asılmış ve operatörle ağaç arasındaki mesafe belirlenmiştir. Daha sonra ağacın dibine ve tepe ucuna rasat yapılmıştır. İki ölçüm arasındaki fark cihaz tarafından cm hassasiyetinde hesaplanmakta ve dijital ekrandan okunmaktadır. Tüm ölçümlerde OGM (2017)'de ayrıntılarıyla belirtilen usul ve esaslara uyulmuştur.



Şekil 3. Emniyet şeridiyle çevrilmiş çalışma sahası (a), mobil LiDAR cihazıyla sahanın taranması (b)

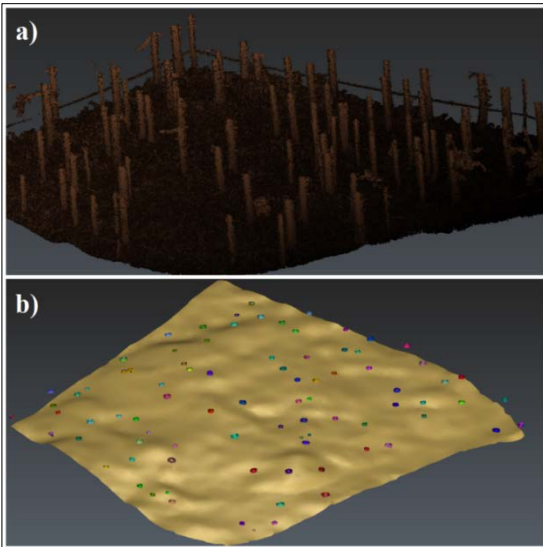
İkinci aşamada, aynı saha GeoSLAM Zeb-Horizon ile üç farklı şekilde taranmıştır (Şekil 3b). Sahanın etrafı emniyet şeridiyle çevrili olduğu için ve bu şeritler LiDAR verisinde belirgin şekilde gözüktüğü için taramalarda ilaveten hedef obje (örn. top, ayna, kazık vb.) kullanılmamıştır. İlk tarama işlemi cihaz çalıştırıldıktan sonra tek operatör ile emniyet şeridiyle sınırlanmış saha içerisinde serbest yürüyüş gerçekleştirilmiştir (Şekil 4a). Operatör saha sınırlarının dışına çıkmamak kaydıyla bölmecik içinde rastgele dolanmış ve taramayı sonlandırmıştır. İkinci taramada, aynı operatör bu sefer sahanın içine girmeden dışarıdan etrafını dolaşmıştır (Şekil 4b). Bu esnada cihazın sensörü saha merkezine bakacak şekilde tutulmuştur. Sahanın dışından tur atılarak yeniden başlangıç noktasına gelindiğinde tarama sonlandırılmıştır. Üçüncü taramada ise, yaklaşık 40 m uzunluğunda bir deneme şeridi boyunca yürünerek veri alımı yapılmıştır (Şekil 4c). Sahanın bir kenarından düz bir hat boyunca ilerleyen operatör 60 sn içinde taramayı sonlandırmıştır. Tüm taramalar tamamlandıktan sonra ham veri setleri USB diske aktarılmıştır.



Şekil 4. Farklı tarama güzergahlarının 3B nokta bulutu üzerinde gösterimi: saha içinden tarama (a), saha dışından tarama (b) ve deneme şeridi taraması (c)

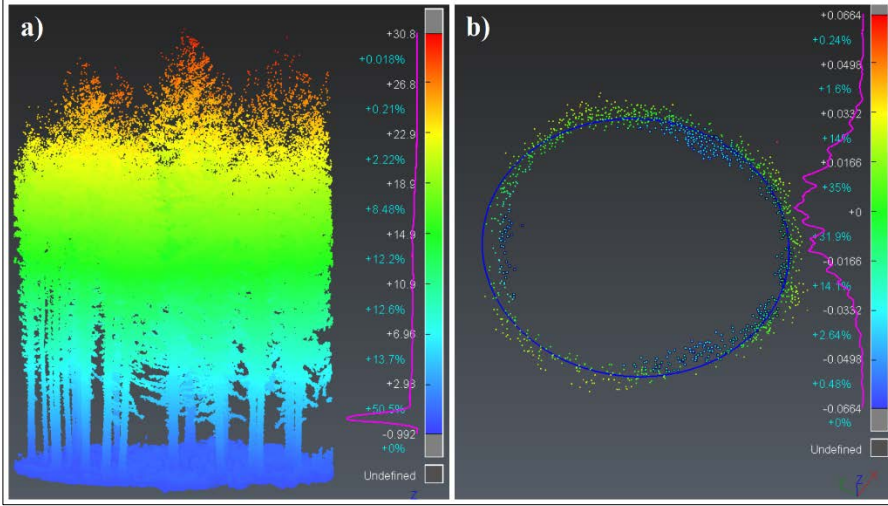
2.4. Veri İşleme

USB diskten bilgisayara aktarılan ham verilerin öncelikle *GeoSLAM Hub* programıyla ön işleme yapılmıştır. “.las” uzantılı 3B nokta bulutu *3DReshaper* programında açılmıştır. Örnek alan sınırlarını oluşturan emniyet şeridi yoğun nokta bulutu üzerinde görülebildiği için veri buradan kesilmiştir (Şekil 5a). Kesilen veride orman tabanına (topografya) ve vejetasyona ait noktalar sınıflandırılarak normalleştirme yapılmıştır. Topografyaya ait noktalarla yüzey (*mesh*) modeli üretilmiştir (Şekil 5b). Daha sonra yüzey modeli referans kabul edilerek, diğer vejetasyon noktalarının yükseklikleri hesaplatılmıştır. Bu sayede arazi eğiminin etkisi ortadan kaldırılarak ağaç boyları ölçülebilmektedir (Şekil 6a).



Şekil 5. 3B nokta bulutu verisinin saha etrafına çevrilmiş emniyet şeritleri üzerinden kesilmesi (a), aynı sahanın topografyası ve üzerindeki ağaçların sınıflandırılmış $d_{1,30}$ kesitleri (b)

Bir sonraki aşamada ağaç konumları ve göğüs çapları belirlenmiştir. Bunun için zeminden 1,27 m ve 1,33 m yükseklikleri (ortalaması göğüs yüksekliğine -1,30 m- denktir) arasında ince bir kesit alınmıştır. Ağaç gövdeleri bu kesitlerde çember şeklinde görünmektedirler (Şekil 5b). Her bir çember segmentasyon yöntemiyle mesafeye bağımlı olarak birbirinden ayrılmış ve gövdeler sınıflandırılmıştır. Her birine ayrı numara verilen gövdelere “en küçük kareler” yöntemiyle daire oturtma işlemi yapılmıştır (Şekil 6b). Daire merkezlerinin ağaç gövdesinin merkezi olduğu düşünülerek ağaçlar haritalanmıştır. Dairenin çapı ise göğüs yüksekliğindeki çap ($d_{1.30}$) değerini vermektedir.



Şekil 6. Hakim ağaç boyunun çıkarımı (a), göğüs yüksekliğinden alınmış gövde enkesitlerine en küçük kareler yöntemiyle otomatik daire oturtma suretiyle çap çıkarımı (b)

2.5. İstatistik Analizler

Akalp (2016) ormancılıkta ölçümle elde edilen verilerin normal dağılıma uyma koşulunu analiz etmek için veri setlerine ayrı ayrı Kolmogorov-Smirnov testinin yapılmasını önermektedir. Bu çalışmada da, saha içindeki tüm ağaçlara ait geleneksel arazi envanteri ölçümü ve mobil LiDAR cihazı ile belirlenen göğüs çapı değerlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini anlamak için Kolmogorov-Smirnov testi tercih edilmiştir. Diğer yandan Kalaycı (2009) ise iki grup arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını saptamak için parametrik testlerden eşleştirilmiş t testinin kullanılmasını önermektedir. Dolayısıyla, normal dağılım gösterdiği saptanan veri setlerine bu test uygulanmıştır. Böylece aynı ağaçlara ait çapların farklı yöntemlerle ölçülmesi ile elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olup olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Tüm testler SPSS programında %95 güven düzeyinde ($p < 0.05$) gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Göğüs Çapı ($d_{1.30}$)

Farklı envanter yöntemleri ve deneme desenlerinde toplanan verilerden türetilmiş meşcere parametrelerine ilişkin değerler Tablo 1’de karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. Eşleştirilmiş t testi sonucunda, geleneksel arazi ölçmelerine dayalı oluşturulan envanter karnesindeki çap değerleri ile tam alanda (~0,2 ha) sahanın içinden ve dışından yapılan taramalarla çıkarılan çaplar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (sırasıyla $p=0,69$ ve $p=0,89$; $t=-0,406$ ve $t=0,135$; S.H.=1,96 ve S.H.=1,99). Geleneksel yöntemle ölçülen çaplar referans (mutlak doğru) kabul edilirse, içerden ve dışardan taranan LiDAR verilerindeki ortalama çaplardaki sapma maksimum +0,8 cm (~%2) kadardır. Saha dışından yapılan taramayla elde edilmiş ortalama çap değeri referans veriye daha yakın çıkmıştır. Diğer taraftan, içeriden ve dışarıdan yapılan taramalardan elde edilen çap değerleri kendi aralarında da anlamlı bir fark göstermemiştir ($p=0.59$). Dolayısıyla, tam alanın içeriden ya da dışarıdan

taranması ile ulaşılan göğüs çapına ilişkin sonuçlar arasında istatistik olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 1

Farklı veri setlerine göre bazı meşçere parametrelerine ilişkin değerler

Veri kaynağı ve örnekleme tasarımı	Veri kapsamı	Alan büyüklüğü (m ²)	Min. çap (cm)	Maks. çap (cm)	Ort. çap (cm)	Ağaç sayısı (adet)	Birim alandaki ağaç sayısı (adet/ha)	Hakim ağaç boyu (m)
Geleneksel arazi ölçümü *	Tam alan	1.834,4	9,1	66,0	40,1	100	545	34,5
Saha içinden LiDAR ile tarama	Tam alan	1.834,4	10,1	67,4	40,9	100	545	32,6
Saha dışından LiDAR ile tarama	Tam alan	1.834,4	9,0	67,3	39,8	100	545	34,0
Saha içinden LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	400,0	13,1	63,3	40,7	21	525	30,8
Saha içinden LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	600,0	13,3	63,3	37,0	31	516	31,9
Saha içinden LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	800,0	13,4	65,2	39,6	39	487	32,2
Saha dışından LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	400,0	17,2	62,4	41,6	21	525	30,4
Saha dışından LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	600,0	14,2	63,4	39,2	31	516	31,2
Saha dışından LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	800,0	9,8	67,8	39,5	40	500	32,2
Deneme şeridi boyunca LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	420,0	20,2	59,8	43,0	24	571	31,7

* Geleneksel arazi ölçümü; kumpas ve hipsometreyle yersel olarak ölçülüp envanter karnesine kaydedilen kayıtlara dayanmaktadır. Bu ölçüm değerlerinin referans (mutlak doğru) olduğu varsayılmış ve diğer veri setleri referansla karşılaştırılmıştır.

Sahanın içinden taranıp 400 m², 600 m², 800 m²'lik daireler şeklinde kesilmiş verilerden türetilen çap değerleri incelendiğinde, ortalama çaplar arasındaki en büyük sapmanın 600 m²'lik alanda meydana geldiği anlaşılmıştır (Tablo 1). Ortalama çaptaki sapma miktarı -3,1 cm'dir. En küçük sapma ise 800 m²'lik alanda -0,5 cm olarak bulunmuştur.

Sahanın dışından taranıp daire şeklinde kesilen verilerden türetilen ortalama çaplar açısından değerlendirme yapıldığında, benzer bir durumla karşılaşılmıştır. 800 m² büyüklüğünde kesilen verinin ortalama çapı referans veriye en yakın bulunmuştur. Aradaki sapma -0,6 cm kadardır (Tablo 1). Bu sapma miktarı yaklaşık olarak %1,5'lik farka karşılık gelmektedir.

Son olarak, 40 m uzunluğundaki şerit boyunca yapılan taramadan çıkan ortalama çap değeri ile referans veri arasındaki sapma +2,9 cm olarak hesaplanmıştır. Diğer veri setlerine nazaran daha yüksek bulunan sapma miktarı verinin alındığı şerit içerisindeki ağaçların genel sahayı iyi bir şekilde temsil etmemesiyle ilişkilendirilebilir. Diğer bir neden ise; şerit büyüklüğünün (420 m²) yetersizliği olabilir. Bununla birlikte, sapma oranı artı yönde %8 civarındadır. Orman amenajmanı pratiğinde, örnek alan ölçeğinde yapılan ölçümlerde artı ya da eksi yönde %10'un altında kalan hata oranlarının kabul edilebilir nitelikte olduğu bildirilmektedirler (Qiu vd., 2018; Hyyppä vd., 2020; Vatandaşlar ve Zeybek, 2021).

3.2. Ağaç Sayısı (N)

Bu çalışma kapsamında göğüs çapı dışında ölçülen alandaki ağaç sayısı, birim alandaki (ha) ağaç sayısı ve hâkim ağaç boyu parametreleri de tespit edilmiştir (Tablo 1). Birim alandaki ağaç sayısı parametresi, örnek alanlardaki ağaç sayılarının ilgili örnek alanın hektara çevirme katsayısı ile çarpılması suretiyle hesaplanmıştır. Tam alandaki ölçümlerde, ağaç sayısı açısından referans veri ile sahanın içi ve dışından taranan LiDAR verileri arasında fark yoktur. Her bir yöntem de sahada toplam 100 ağacın bulunduğunu tespit etmiştir. Bu sayı hektara çevirme katsayısıyla (5,45) çarpıldığında, birim alanda 545 ağacın bulunduğu hesaplanmıştır.

İçeriden yapılan mobil LiDAR taramalarından farklı büyüklüklerde kesilmiş verilerden belirlenen ağaç sayıları karşılaştırıldığında, referans veriye en yakın sonucun 400 m² daire şeklinde kesilmiş veri ile üretildiği anlaşılmaktadır (Tablo 1). Birim alandaki ağaç sayıları arasındaki sapma -20 edettir. Sapma oranı eksi yönde yaklaşık %4'e tekabül etmektedir.

Dışarıdan yapılan taramalarda ise en başarılı sonuca yine 400 m²'lik alanda ulaşılmıştır. Sapma miktarı ve oranı içten taramayla aynıdır. Bu bulguya ve Tablo 1'deki diğer değerlere dayanarak, birim alandaki ağaç sayısı açısından 400 m² ile 600 m²'lik alanlarda içeriden ya da dışarıdan tarama yapmak arasında bir fark yoktur sonucuna ulaşılabilir. Ancak, 800 m²'lik alanda sonuçlar değişmiştir. Mobil LiDAR verileri görsel olarak incelendiğinde, bunun temel nedeninin alan büyüdükçe şüpheli sınır ağaçlarının sayısının artması olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sınır ağaçlarının gövdesinin yarısından çoğu kesilmiş veri içerisinde kalsa da segmentasyon esnasında bu gövde kısımlarına ait az sayıdaki nokta silinebilmektedir.

Son olarak, şerit boyunca yapılan mobil LiDAR taraması ile referans veri karşılaştırılmış ve bu sefer sapmanın artı yönlü olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Referans verideki meşcere sıklığı 545 adet/ha iken bu yöntemde hesaplanan sıklık 571 adet/ha'dır. Buradan, şerit boyunca kesilen LiDAR verisinin genel sahadan ve genel saha merkezi baz alınarak kesilen dairesel örnek alanlardan biraz daha sık bir lokasyona denk geldiği anlaşılmaktadır. Çünkü 3B nokta bulutları üzerinden görsel olarak yapılan değerlendirmede fazladan ağaç tespit etme gibi bir durumun söz konusu olmadığı görülmüştür.

3.3. Hakim Ağaç Boyu (h_{max})

Arazide geleneksel yöntemle ölçülmüş hakim ağaç boyu 34,5 m'dir. Tam alanda mobil LiDAR ile saha içinden ve dışından yapılan ölçümlerde bu parametre sırasıyla 32,6 m ve 34,0 m olarak bulunmuştur (Tablo 1). Dolayısıyla, sahanın dışından yapılan ölçümün sapması 1 m'nin altındadır. Hâkim ağaç boyundaki sapma oranı ise yaklaşık -%1,5'tir. Her iki LiDAR ölçümünde de sapmanın düşük çıkması kullanılan cihazın tarama menziliyle ilişkilidir. Geçmişte maks. 20 m menzilde tarama yapabilen Zeb-Revo cihazıyla gerçekleştirilen boy ölçümlerinde %50'yi aşan sapma oranları (Vatandaşlar ve Zeybek, 2020), Zeb-Horizon'un 100 m'lik menziliyle kabul edilebilir seviyelere inmiştir. Saha dışından yapılan taramanın içeriden yapılan taramaya nazaran daha doğru sonuç üretmesi ise meşcerenin kapalılığı ile ilgilidir. %100 kapalılıktaki Lcd3 meşceresindeki en boylu ağacın tepesinin meşcere içinden görülebilmesi zor olmaktadır. Dolayısıyla, mobil LiDAR cihazından saçılan lazer ışınları diğer ağaçların tepelerine çarparak hakim ağacın tepe ucuna ulaşamamıştır. Dışarıdan yapılan taramada ise sahanın dört bir tarafı dolaşmakta ve lazer ışınları bazı açıklıklardan tepe ucuna mutlaka isabet etmektedir.

İçeriden taranmış ve kesilmiş verilerden türetilen sonuçlar değerlendirildiğinde, en doğru sonucun -2,3 m'lik sapma ile 800 m²'lik alandan elde edildiği görülmüştür (Tablo 1). Bunun nedeninin, mobil LiDAR cihazından ziyade hakim ağacın kesilen alan içerisinde yer almamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Saha dışından taranmış ve aynı büyüklüklerde kesilmiş verilerde de sonuç aynıdır.

Son olarak, şerit boyunca yapılan tarama verisi üzerinden hâkim ağaç boyunun 31,7 m olarak hesaplandığı görülmüştür (Tablo 1). Referans verisinden sapma miktarı -2,8 m'dir. Sapma oranı 800 m²'lik alanlarınkinden biraz daha fazla olsa da (~%8), bu miktarlar orman envanterleri için kabul edilebilir düzeydedir. Qiu vd. (2018)

uzaktan algılamayla tahmin edilen orta çap ve gövde hacmi değerleri için sırasıyla %15 ve %25 hataya izin verilebildiğini belirtmektedir.

3.4. Genel Değerlendirme

Orman amenajmanı ve hasılat çalışmalarında önemli yer tutan meşcere parametrelerinden göğüs çapı, birim alandaki ağaç sayısı ve hakim ağaç boyunun (Seki ve Sakici, 2021) mobil LiDAR yöntemiyle ölçümünde en doğru sonucun tam alanın dışarıdan taranmasıyla elde edildiği değerlendirilmiştir. Ancak, bu çalışmada uygulama gerçekleştirilen tam alanın büyüklüğü yaklaşık 50×40 m kenar uzunluklarına sahip bir yamuk şeklindedir. Dolayısıyla, kullanılan LiDAR cihazının tarama menziline (100 m) aşan büyüklüğe sahip bölmeciklerde yapılacak uygulamalarda dışarıdan tarama yöntemi işe yaramayabilir. Diğer taraftan, taranan meşcere tipinin yapısal özellikleri de sonuçların doğruluğu üzerinde büyük rol oynamaktadır. Örneğin Vatandaşlar vd. (2022) tarafından Şavşat'ta yapılan son çalışmada; gençlik, sıklık, sırkılık çağındaki meşcereler, orman tabanında yoğun diri örtü bulunan sahalar ve baltalık işletmelerindeki gibi ocak şeklinde büyüme gösteren ağaççıkların olduğu yerler “zor örnek alan” olarak tanımlanmakta ve mobil LiDAR ile envanter yönteminin buralarda pek verimli olmadığı belirtilmektedir. Bu çalışmada ise diri örtü probleminin bulunmadığı iyi bonitetli bir sahada, düzgün gövdeli, ince-orta ağaçlık çağındaki saf bir meşcerede çalışılmıştır. Ağaçların nispeten kalın oluşu gövdeye daha fazla LiDAR noktası düşmesine neden olmaktadır. Böylece ağaç formu daha iyi temsil edilmiştir. Düzgün gövdeli ağaçlarda ise 3B nokta bulutu verisinde parazit (gürültü) oluşma ihtimali düşmektedir. O nedenle, dışarıdan taramayla daha doğru ve stabil sonuçlar elde edilmiş olabilir. Diğer bir anlatımla, zor örnek alanlarda ve farklı meşcere tiplerinde sahanın dışından yapılacak bir taramanın bu çalışmadaki gibi en başarılı sonucu üretmesi garanti değildir. Nitekim, birçok ormancılık araştırmasında olduğu gibi mobil LiDAR ile orman envanteri araştırmalarının sonuçları da alana özgüdür. Dolayısıyla, ülkemizin farklı bölgelerindeki ormanlarda benzer çalışmalar yürütülerek sonuçları ayrı ayrı raporlanmalıdır. Bu yolla, araştırmacı kendi çalışacağı meşcere tipi ve yetiştirme ortamı koşullarına göre en uygun örnekleme tasarımını seçebilir.

Diğer yandan, orman amenajmanı ve planlama çalışmaları genellikle çok geniş alanlar üzerinde yapıldığı için verinin doğruluk düzeyinden bir miktar ödün verilerek pratiklik ve hızın artırılması da bir seçenek olarak düşünülmelidir. Bu anlamda, arazideki veri alım süreleri, verinin boyutları ve veri analizi esnasında geçen süreler Tablo 2’de sunulmuştur. Tabloda mobil LiDAR ile yapılan envanter sayesinde arazide geçirilen sürenin en az beş kat kısaldığı görülmektedir. Önemli görülen bir diğer bulgu, kesilmiş LiDAR nokta bulutlarının hem boyutunun hem de analiz süresinin oldukça azalmış olduğudur (Tablo 2). Dolayısıyla, mobil LiDAR ile orman envanteri yapan bir uygulamacı tüm alanı (1.834,4 m²) kapsayan veri yerine daha küçük alanlar (400 m²–800 m²) için kesilmiş veri setleri üzerinde çalışmayı yeğleyebilir. Bu şekilde hem büro çalışmalarının süresi kısaltılmış olacak hem de veri boyutu küçüldüğünden bilgisayarın işlem yapma ve depolama kapasitesi artacaktır. Nitekim, özellikle düşük performanslı dizüstü bilgisayarlarda tam alan verisinin ön işlenmesi ve manuel olarak analiz edilmesi sorunlu olabilmektedir (Vatandaşlar ve Zeybek, 2021).

Tablo 2

Farklı veri setlerine ait işlem süresi ve dosya boyutları

Veri kaynağı ve örnekleme tasarımı	Veri kapsamı	Alan büyüklüğü (m ²)	Veri boyutu (MB)	Veri alım süresi (dk)	Veri ön işleme süresi (dk)	Veri analiz süresi (dk)
Geleneksel arazi ölçümü *	Tam alan	1.834,4	–	50	–	–
Saha içi LiDAR ile tarama	Tam alan	1.834,4	1.342	10	29	30
Saha dışı LiDAR ile tarama	Tam alan	1.834,4	796	6	22	26

Tablo 2

Farklı veri setlerine ait işlem süresi ve dosya boyutları (devam ediyor)

Veri kaynağı ve örnekleme tasarımı	Veri kapsamı	Alan büyüklüğü (m ²)	Veri boyutu (MB)	Veri alım süresi (dk)	Veri ön işleme süresi (dk)	Veri analiz süresi (dk)
Saha içi LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	400,0	156	10	6	10
Saha içi LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	600,0	212	10	8	13
Saha içi LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	800,0	265	10	10	15
Saha dışı LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	400,0	30	6	4	8
Saha dışı LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	600,0	48	6	5	11
Saha dışı LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	800,0	70	6	6	13
Deneme şeridi boyunca LiDAR ile tarama	Kesilmiş veri	420,0	322	1	13	10

* Geleneksel arazi ölçümü; kumpas ve boyölçerle yersel olarak ölçülüp envanter karnesine kaydedilen kayıtlara dayanmaktadır. Bu ölçüm değerlerinin referans (mutlak doğru) olduğu varsayılmış ve diğer veri setleri referansla karşılaştırılmıştır.

Meşcere içerisinden belli uzunluktaki bir deneme şeridi (hat) boyunca yürünerek tarama yapılması da özellikle ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonlara ayrılmış eğimli araziler için rasyonel bir seçenek olabilir. Bu durumda, veri alım (tarama) süresi 1 dk'ya inmektedir. Veri boyutu ve analiz süresi ise şerit uzunluğuna ve şeridin bir ya da iki yanından atılacak tampon bölge genişliğine göre değişecektir. Bu çalışmada yaklaşık 40 m uzunluğundaki şeride tek yönlü 10 m genişliğinde tampon atılmıştır. Böylece, ham veri ön işlendikten sonra kesilen nokta bulutu içerisine giren ağaçların çapları, sayısı ve hakim ağacın boyu 10 dk içinde çıkarılabilmektedir (Tablo 2). Şerit boyunca mobil LiDAR envanteri yapmayı tercih eden uygulamacının elde edeceği sonuçlar, diğer envanter seçeneklerine nazaran biraz daha düşük doğruluklu olacaktır (Tablo 1). Ancak, karşılaşılan sapma oranları hiçbir meşcere parametresinde %10'un üzerine çıkmamıştır. Daha önce de belirtildiği gibi, %10'luk hata oranı orman amenajmanı ve planlama çalışmaları için yeterli görülmektedir (Qiu vd., 2018; Hyyppa vd., 2020; Vatandaşlar ve Zeybek, 2021).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, mobil LiDAR ile gerçekleştirilen orman envanterlerinde farklı örnekleme tasarımlarından (tam alan, örnek alan ve deneme şeridi) ve farklı alan büyüklüklerinden (400 m²-1.834 m²) elde edilen verilerin doğruluğu ve iş verimliliğine etkisi araştırılmıştır. Verinin hassasiyeti açısından en başarılı sonuçlara, sahanın genelinde (tam alanda) yapılan mobil LiDAR taramalarıyla ulaşılabileceği sonucuna varılmıştır. Tam alanda yapılacak envanterlerde taramanın saha içinden ya da dışından yapılmasının sonucu önemli ölçüde etkilemediği görülmüştür. Ancak, mobil LiDAR ile orman envanterlerinde veri hassasiyeti yanı sıra işin pratik şekilde görülmesi de önem arz etmektedir. O nedenle, farklı koşullarda çalışan uygulamacılara yönelik spesifik reçeteler hazırlanmış ve aşağıda sunulmuştur;

Reçete (1): Uygulamacıların meşcere orta çapı, birim alandaki ağaç sayısı ve meşcere üst boyu parametreleri için yaklaşık $\pm\%10$ 'luk hata payına katlanabildiği durumlarda;

- Örneklenecek meşcere, sahanın dışından (etrafından) merkeze dönük biçimde yürünerek taranmalı,
- Üretilen 3B nokta bulutu verisi meşcereyi temsil ettiği düşünülen lokasyondan 400 m²'lik bir daire şeklinde kesilmeli,
- Manuel analizler kesilmiş veri üzerinden yapılmalıdır.

Böylelikle, hem arazide ve büroda harcanan sürenin kısılacağı, hem de veri boyutunun önemli ölçüde azalacağı düşünülmektedir.

Reçete (2): Uygulamacıların ulusal orman envanteri, hasılat araştırmaları ya da dikili satış uygulamalarındaki verim yüzdesi hesabı gibi daha hassas ölçümlere ihtiyaç duyduğu ve $\pm 10\%$ 'luk hata payını kabul etmediği durumlarda;

- Örneklenecek meşcere emniyet şeridiyle çevrilmeli (maks. 1 ha),
- Emniyet şeridinin hemen dışından merkeze dönük şekilde tarama yapılmalı,
- 3B nokta bulutu, veride gözüken emniyet şeritleri sınır kabul edilerek kesilmeli,
- Manuel analizler bu veri (tam alan) üzerinden yapılmalıdır.

Böylece, çalışma zamanının artacağı, veri boyutunun büyüyeceği ve fakat veri kalitesinin yükseleceği öngörülmektedir. Bu reçetede, çok büyük veri setleri (*big data*) için çeşitli otomasyon yazılımları ya da hazır kodlardan da yararlanılabilir.

Reçete (3): Uygulamacı hem çok hassas ölçüme ihtiyaç duyuyor hem de 1 ha'dan büyük sahalarda çalışma zorunluluğu var ise; *Reçete (2)*'deki öneriler sahanın içindeki ağaçların arasında dolaşarak tarama yapmak suretiyle gerçekleştirilmelidir.

Sonuç itibarıyla, bu çalışmada önerilen reçeteler ve üretilen diğer bilgiler uygulama gerçekleştirilen sahaya (Şenyuva-Çamlıhemşin) ve ilgili meşcere tipine (Lcd3) özgüdür. Farklı yetiştirme ortamı koşullarına sahip diğer ağaç türlerinde gerçekleştirilecek uygulamalarda daha farklı sonuçlara ulaşılması ihtimali her zaman söz konusudur. O nedenle, araştırmacıların Türkiye'nin diğer bölgelerinde de mobil LiDAR ile benzer uygulamalar yaparak sonuçlarını raporlamaları ulusal orman kaynaklarımızın izlenmesi ve uluslararası "hassas ormancılık" literatürüne katkı sunulması anlamında faydalı olacaktır.

Teşekkür

Mobil LiDAR cihazının deneme amaçlı teminini sağlayan *Geomatics Group*'a ve arazi çalışmalarına katılan Harita Müh. Melih Ergün'e teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

CV: Veri toplama, veri analizi, istatistiksel analiz, analizlerin yorumlanması, makale yazımı.

MZ: Çalışmanın temel tasarımı, veri toplama, veri analizi, makale yazımına katkı.

SB: Çalışma alanının seçimi, arazi çalışmalarının planlanması, veri toplama, makale yazımına katkı.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akalp, T. (2016). *İstatistik Yöntemler*. İstanbul Üniversitesi Yayınları: İstanbul, 460 s.
- Asan, Ü. (2017). *Orman Amenajmanı (Planlama Sistemleri)*. İstanbul Üniversitesi Yayınları: İstanbul, 434 s.
- Del Perugia, B., Giannetti, F., Chirici, G., Travaglini, D. (2019). Influence of scan density on the estimation of single-tree attributes by hand-held mobile laser scanning. *Forests*, 10(3), 277.
- Eker, M., Özer, D. (2015). Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı: Kavramsal çerçeve. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16(2), 184-194.
- Eraslan, İ. (1982). *Orman Amenajmanı*. İstanbul Üniversitesi Yayınları: İstanbul, 581 s.
- Ganivet, E., Bloomberg, M. (2019). Towards rapid assessments of tree species diversity and structure in fragmented tropical forests: A review of perspectives offered by remotely-sensed and field-based data. *Forest Ecol Manag*, 432, 40-53.
- GeoSLAM (2022). GeoSLAM Zeb-Horizon Handheld Mobile LiDAR. GeoSLAM Ltd., Nottingham, Birleşik Krallık, <https://geoslam.com/solutions/zeb-horizon/> (06.02.2022).

- Gollob, C., Ritter, T., Nothdurft, A. (2020). Forest inventory with long range and high-speed personal laser scanning (PLS) and simultaneous localization and mapping (SLAM) technology. *Remote Sensing*, 12(9), 1509.
- Hyypä, E., Kukko, A., Kaijaluoto, R., White, J. C., Wulder, M.A., Pyörälä, J., Liang, X., Yu, X., Wang, Y., Kaartinen, H., Virtanen, J-P., Hyypä, J. (2020). Accurate derivation of stem curve and volume using backpack mobile laser scanning. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 61, 246-262.
- Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Asil Yayınevi: Ankara, 426 s.
- MGM (2015). Ardeşen İklim İstasyonu'na ait 1975-2015 yılları arası meteoroloji verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM (1955). Orman Amenajman Planlarının Tanzimine ve Tatbikine Ait Talimatname. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM (2017). Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar (299 sayılı tebliğ-düzeltilmeli son baskı). Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM (2020). Şenyuva Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Amenajman Planı (2020-2039). Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM (2022). Karagöl-Sahara Milli Parkı Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2022-2041). Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi, Ankara.
- Ozdemir, I. (2008). Estimating stem volume by tree crown area and tree shadow area extracted from pan-sharpened Quickbird imagery in open Crimean juniper forests. *International Journal of Remote Sensing*, 29(19), 5643-5655.
- Ozkan, U. Y., Demirel, T., Ozdemir, I., Saglam, S., Mert, A. (2022). Predicting forest stand attributes using the integration of airborne laser scanning and Worldview-3 data in a mixed forest in Turkey. *Advances in Space Research*, 69, 1146-1158.
- Qiu, Z., Feng, Z., Jiang, J., Lin, Y., Xue, S. (2018). Application of a continuous terrestrial photogrammetric measurement system for plot monitoring in the Beijing Songshan national nature reserve. *Remote Sens.*, 10(7), 2072-4292.
- Seki, M., Sakici, O. E. (2021). Ecoregion-based height-diameter models for Crimean pine. *Journal of Forest Research*, 27(1), 36-44.
- Şahin, A., Çağlayan, İ., Büyük, H., Karademir, H., Aksu, A., Şahin, H. (2021). Türkiye'nin ilk orman planlama ünitesindeki teknik ve yapısal değişimlerin 100 yıllık değerlendirilmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 9(1), 12-34.
- Vatandaşlar, C., Zeybek, M. (2020). Application of handheld laser scanning technology for forest inventory purposes in the NE Turkey. *Turk. J. Agric. For.*, 44(3), 229-242.
- Vatandaşlar, C., Zeybek, M. (2021). Extraction of forest inventory parameters using handheld mobile laser scanning: A case study from Trabzon, Turkey. *Measurement*, 177, 109328.
- Vatandaşlar, C., Zeybek, M., Çankaya, E. Ç., Demiraslan, T., Şahin, C., Gündüz, Y., Korkmaz, Ü., Avcı, M.L. (2022). El tipi mobil LiDAR teknolojisinin orman envanterlerinde kullanımı: Artvin-Şavşat örneği. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 9(1), 81-96.
- VLP16 (2022). VLP16 PuckTM Velodyne LiDAR sensörü. Velodyne LiDAR Inc, Morgan Hill, CA, Amerika Birleşik Devletleri, <https://velodynelidar.com/products/puck/> (06.02.2022).
- Yılmaz, V., Güngör, O. (2019). Estimating crown diameters in urban forests with Unmanned Aerial System-based photogrammetric point clouds. *International Journal of Remote Sensing*, 40(2), 468-505.
- Yurtseven, H., Yener, H. (2019). Using of high-resolution satellite images in object-based image analysis. *Eurasian Journal of Forest Science*, 7(2), 187-204.

Tüplü Toros Sediri Fidanlarında Morfolojik ve Fizyolojik Bazı Özellikler ile Fidan Gelişim Evreleri (Çankırı Orman Fidanlığı)

Sezgin Ayan^{1,2,*}, Fatma Çelen³, Bora İmal⁴

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, 37150, Kastamonu, Türkiye

²Kh. Dosmukhamedov Atyrau Üniversitesi, Doğal ve Tarım Bilimleri Fakültesi, Kazakistan

³Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 37150, Kastamonu, Türkiye

⁴Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, 18200, Çankırı, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 11.02.2022

Kabul: 04.07.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – İklim değişikliği etkisiyle potansiyel yayılış sahasını genişletme eğilimindeki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) için plantasyon sahalarındaki adaptasyonda fidan kalitesi major bir araç durumundadır. Bu amaçla; Çankırı fidanlığı ekolojik koşullarında, polietilen tüplü Mersin-Mut orijinli fidanlar üzerinde yürütülen bu çalışmada; i) Morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerinin dönemsel değişimleri, ii) İkinci vejetasyon dönemi sonu itibarıyla morfolojik fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları, iii) fidan gelişim dönemlerine uygun fidanlık kültürel işlemlerin önerilmesi hedeflenmiştir. Araştırma sonucunda; 2+0 yaşlı fidanlarda boy (FB), kök boğazı çapı (KBÇ), gövde taze ağırlığı (GTA), kök taze ağırlığı (KTA), fidan taze ağırlığı (FTA), gövde kuru ağırlığı (GKA), kök kuru ağırlığı (KKA), fidan kuru ağırlığı (FKA), katlılık indisi (Kİ), gürbüzlük indisi (Gİ), kuru kök yüzdesi (%Kkök) ve Dickson kalite indisi (DKİ) sırasıyla; 18,57±0,316 cm, 4,9±0,053 mm, 7,86±0,436 g, 7,57±0,291 g, 14,63±0,612 g, 3,82±0,256 g, 3,69±0,183 g, 7,21±0,733 g, 1,09±0,042, 30,7±0,718, %55,31±1,355 ve 1,67±0,059 olarak tespit edilmiştir. Fidanlara ait Ψmd değerleri mevsimsel bir değişim göstererek yağışın az olduğu aylarda azalmıştır. En düşük Ψmd değerleri Temmuz ve Eylül aylarında sırasıyla -1,84 ve -2,25 MPa, en yüksek Ψmd değeri ise Nisan ayında -1,39 MPa olarak saptanmıştır. En düşük Fv/Fm değeri 0,57 ile Mart ayında, en yüksek ise 0,81 ile Temmuz ayında tespit edilmiştir. “Günlük kuru madde değişimi”ne göre 15 Mart/15 Nisan arası “durgunluktan çıkış”; 15 Mayıs/15 Temmuz arası “gelişme+hızlı gelişme”; 15 Temmuz/15 Ağustos arası “yavaşlama (duraklama)”; 15 Eylül/15 Ekim arası “odunlaşma” dönemleri olarak fidan gelişim evreleri tespit edilmiştir. En yüksek kuru madde artışı “gelişme + hızlı gelişme” (35,96 mg/gün) evresinde gerçekleşirken, en düşük kuru madde artışı (5,06 mg/gün) ise “durgunluktan çıkış” döneminde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Fidan gelişim dönemleri, fidan kalitesi, Fv/Fm, su potansiyeli, tüplü fidan

Morphological and Physiological Characteristics and Growth Stages of Containerized Seedlings of Taurus Cedar (Çankırı Forest Nursery)

¹Silviculture Department, Faculty of Forestry, Kastamonu University, 37150, Kastamonu, Türkiye

²Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Kazakhstan

³Department of Forest Engineering, Institute of Science, Kastamonu University, 37150, Kastamonu, Türkiye

⁴Silviculture Department, Faculty of Forestry, Cankiri Karatekin University, 18200, Cankiri, Türkiye

Article History

Received: 11.02.2022


Accepted: 04.07.2022


Published: 15.08.2022


Research Article

Abstract – Seedling quality is a major tool in adaptation at plantation sites for Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.), which tends to expand its potential distribution area thanks to the effect of climate change. For this purpose; in this study conducted on the seedlings of Mersin-Mut origin with polyethylene bags in the ecological conditions of Çankırı state forest nursery; i) Periodic changes in morphological and physiological seedling characteristics, ii) Morphological seedling characteristics and their compliance with Turkish Standards by the end of the second vegetation period, iii) proposing appropriate nursery cultural operations for the stages of seedling growth have been aimed. As a result of research; 2+0 aged seedlings height (SH), root collar diameter (RCD), the stem fresh weight (SFW), root fresh weight (RFW), the fresh total weight of the seedlings (STFW), the stem dry weight (SDW), root dry weight (RDW), seedling total dry weight (STDW), the ratio of the stem dry weight to root dry weight (KI), the ratio of seedling height to root collar diameter (GI), dry root percentage (DRP%) and Dickson quality index (DQI), it has been determined as follows; 18,57±0,316 cm, 4,9±0,053 mm, 7,86±0,436 g, 7,57±0,291 g, 14,63±0,612 g, 3,82±0,256 g, 3,69±0,183 g, 7,21±0,733 g, 1,09±0,042, 30,7±0,718, 55,31%±1,355 and 1,67±0,059 respectively. The Ψmd values of the seedlings showed seasonal changes and decreased in the months when there was low rainfall. The lowest values were found July and September with -1.84 and -2.25 MPa, respectively, and the highest value of -1.39 MPa was found in April. The lowest Fv/Fm value was found in March with 0.57 and the highest in July with 0.81. According to the method of “daily dry matter change”; from March 15th to April 15th is “exit of dormant stage”; from May 15th to July 15th is “growing+fast growing stage”; from July 15th to August 15th is “deceleration stage”; and from September 15th to October 15th has been determined as the “lignification stage” as the stages of seedling development. The highest increase in dry matter occurred during the “growing+fast growing stage” (35.96 mg/day), while the lowest increase in dry matter (5.06 mg/day) was detected during the “exit from dormant stage”.

Keywords – Seedling growth stage, seedling quality, Fv/Fm, water potential, containerized seedling

^{1,2}  sezginayan@gmail.com

³  celenf18@gmail.com

⁴  boraimal@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sezgin AYAN

1. Giriş

Toros sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) doğal yayılış sahasındaki rehabilitasyon çalışmalarına verdiği pozitif tepki yanında doğal yayılış sahası dışındaki plantasyonlarda gösterdiği yüksek adaptasyon ve gelişim performansı dikkat çekicidir. Türkiye'nin beş farklı coğrafi bölgesindeki 25 farklı il sınırlarında tesis edilen plantasyonların başarısı türün plastisitesinin yüksek olduğunun teyididir (Ayan, 2015; Ayan vd., 2017). Toros sediri Türkiye, Suriye ve Lübnan dağlarında deniz seviyesinden 1.400 ile 2.200 m yüksekliğe kadar oldukça geniş dikey yayılışta varlık gösterirken, Toros orojenik kuşağında özellikle orman sınırında saf ve karışık meşcereler kuran bir orman ağacıdır (Ata, 1995; Ayan ve Yer, 2016; Ayan vd., 2018; Ayan vd., 2021a). Zorlu kış şartları ile yaz aylarında meydana gelen yüksek sıcaklıklara olan toleransı, Toros sedirini ağaçlandırma çalışmalarında sıkça tercih edilen bir tür haline getirmiştir (Ayan vd., 2017; 2021a). Nitekim İç Anadolu Bölgesi Ankara-İlyakut Toros sediri orijin deneme sahasında bazı orijinlerin -20 ile -22,5 0C düşük sıcaklık derecelerine dayanabildiği tespit edilmiştir (Çakmak, 2021). Ayrıca, iklim değişim senaryolarında artan sıcaklığın türün varlığını olumlu yönde etkileyerek daha geniş alanlarda yayılabilecek olması (Tablo 1) bilim insanları ve uygulamacılar için türün potansiyelini gündeme getirmektedir (López-Tirado vd., 2021).

Tablo 1

Toros sedirinin aktüel, potansiyel yayılış sahası ile farklı iklim senaryolarında dikey ve alansal yayılış projeksiyonu (López-Tirado vd., 2021)

		Aktüel Yayılış	Potansiyel Yayılış Sahası	RCP 4.5 2050	RCP 4.5 2070	RCP 8.5 2050	RCP 8.5 2070
Rakım (m)	Minimum	16	194	0	0	0	12
	Maksimum	2.819	3.330	3.889	3.889	3.889	4.192
	Ortalama	1.485	1.376	1.310	1.419	1.374	1.481
Habitat Uygunluğu (km²)		3.829	92.583	407.516	342.112	329.799	205.779

Toros sedirinin karstik ana kaya üzerindeki yayılış sahasında rejenerasyon ve rehabilitasyon çalışmalarında karpelli tohum ekimi tekniği başarıda anahtar rol üstlenirken, karstik ana kaya dışındaki alanlarda dikim yöntemi kullanılmaktadır. Dolayısıyla, plantasyon başarısında dikim materyali, fidan kalitesi özellikle yarı kurak ve antropojen step alanlar gibi ekstremite arz eden alanlarda daha da önemli bir husus olmaktadır. Plantasyon tesisinde kullanılacak fidan kalitesi üzerinde; tüplü fidan kullanımının (Ayan, 2007), değişik substrate ve yetiştirme ortamlarının (Ayan, 1999; 2001; 2002a; 2002b; Ayan vd., 2005a; Ayan ve Tüfekçioğlu, 2006; Ayan ve Tilki, 2007), yavaş yarıyılış gübrelerin (Ayan, 1998), etkin mikroorganizmaların (Ayan vd., 2021b), farklı yetiştirme süreçlerinin “sera-açık alan-gölgelik alan” (Ayan vd., 2000), fidanlık ekolojik koşullarına göre belirlenmiş fidan gelişim evrelerine dayalı kültürel işlemlerin (Demircioğlu ve Ayan, 2004; Ayan vd., 2005b; Yer ve Ayan, 2011) etkisi farklı çalışmalarda vurgulanmıştır.

Türkiye fidanlıklarında yapılan fidan kalitesi araştırmalarında gerek ekonomik gerek zaman tasarrufu ve pratikliği nedeniyle morfolojik fidan kalite özelliklerinin tayinine yönelik araştırmalar öne çıkmaktadır. Türkiye’de bu anlamda, Anadolu karaçamı (Ayıntaplı, 1995; Avanoğlu vd., 2005; Yer ve Ayan, 2011), sarıçam (Demircioğlu vd., 2004), Toros sediri (Eler vd., 1993; Ayıntaplı, 1995; Yer ve Ayan, 2011), Doğu kayını (Gülseven vd., 2019) ve Doğu ladini (Genç, 1992; Ayan, 2002a), Akdeniz ve Arizona servisi (Ayan vd., 2020a), kızılçam (Coşgun vd., 2008) fıstıkçamı (Ayan vd., 2020b) ile geniş yapraklı orman ağacı türlerinde (Şevik vd., 2003; Ayan vd., 2020c) fidan kalite sınıflandırılması üzerine detaylı çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Fizyolojik fidan karakterleri üzerinde ise Semerci (2005) tarafından Toros sediri fidanlarının fizyolojik özellikleri ile hayatta kalma potansiyeli üzerinde güçlü bir ilişki olduğunu, Sarı ve Deligöz (2019) Toros sediri fidanlarında uygun sökülme zamanının sadece morfolojik karakterlere göre değil aynı zamanda fizyolojik parametrelerin de dikkate alınarak belirlenmesi gerektiğini, Epron (1997) kuraklığın Toros sedirinin Atlas

sedirine göre fizyolojik olarak önemli ölçüde daha yüksek bir ısı toleransı sergilediğini, Deligöz vd. (2016), Toros sediri fidanlarında tekrarlayan kuraklık stresi döngülerinin boy ve kuru ağırlıklar ile kök boğaz çapında önemli azalmaya neden olduğunu fakat şiddetli kuraklık stresinin kök/sürgün oranını arttırdığını, Bayar ve Deligöz (2019), 22 yaşındaki Toros sediri ağaçlandırma sahasındaki yaz kuraklığının ağaçların solma noktasındaki ve tam doymuş haldeki ozmotik potansiyelin Eylül ayına doğru azaldığını vurgularken, Semerci (2001) ise Toros sedirinde tam turgor halindeki osmotik potansiyel değerlerinin Haziran, Temmuz ve Ağustos dönemlerinde sırasıyla -1,80 MPa, -2,32 MPa ve -2,39 MPa düzeyinde, ayrıca aynı dönemlere ait solma noktasındaki su potansiyeli değerlerini sırasıyla -2,90 MPa, -3,30 MPa ve -3,50 MPa olarak belirtmiştir. Bayar ve Deligöz (2019) Toros sedirinde solma noktasındaki oransal su içeriğini ise Temmuz ve Ağustos dönemlerinde sırasıyla %85 ve %87 olarak tespit edilmiştir. Dirik (2000) çalışılan ağaç türüne bağlı olarak kurak dönemlerde solma noktasındaki ozmotik potansiyelin düşük olmasının, kuraklığa karşı direncinin yüksek olacağını belirtmektedir. Bayar ve Deligöz (2019)'ün çalışmasından elde edilen sonuçlar, Toros sedirinin Anadolu karaçamına göre, solma noktasındaki osmotik potansiyelinin düşük olmasının kuraklığa daha toleranslı bir tür olabileceğini göstermektedir.

İç Anadolu Bölgesinin yarı kurak ve step iklim koşullarında kitlesel orman ağacı fidan üretiminin sürdürüldüğü Çankırı Orman fidanlığındaki tüplü Toros sediri fidanları üzerinde yürütülen bu araştırmada; i) Morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerin dönemsel değişimleri, ii) 1+0 ve 2+0 yaşlı polietilen tüplü fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları, iii) İkinci vejetasyon dönemi fidan gelişim dönemlerinin belirlenerek uygun fidanlık kültürel işlemlerin önerilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma, 1+0 yaşını tamamlamış, 2. vejetasyon dönemi içindeki Mersin-Mut orijinli Toros sediri fidanlarında yürütülmüş ve Çankırı Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Çankırı il merkezinin kuzeyinde bulunan Fidanlığa ilişkin genel bilgiler Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2
Çankırı Orman Fidanlığına ait bilgiler (Anonim, 2019)

İli	Çankırı
İlçesi	Merkez
Enlem	40° 34' Kuzey
Boylam	33° 30' Doğu
Rakım(m)	710
Yıllık Ortalama Sıcaklık (C°)	11,3
Yıllık Maksimum Sıcaklık Ortalaması(C°)	18,0
Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalaması(C°)	4,9
Yıllık Yağış(mm)	414,2
pH	7,36 – 7,72
Tekstür	Balçık ve killi balçık

2.2. Yöntem

Araştırmaya obje Toros sedirinde üç tekerrür ve her tekerrürde 30'ar adet fidan olmak üzere toplamda 90'ar fidan üzerinde morfolojik ölçümler yapılmıştır. Çankırı orman fidanlığı ekolojik koşullarında henüz vejetasyonun başlamadığı 20 Mart itibarıyla ölçümlere başlanmış ve fidanların dormansi evresine girmiş olduğu Ekim sonuna kadar 8 ay boyunca devam edilmiştir.

Taze fidanların; fidan boyu (FB-0,1 cm) ve kök boğaz çapları (KBÇ-0,1 mm) ile daha sonra kök boğazından kesilerek gövde ve kök taze ağırlıkları (GTA, KTA-0,001 gr) ve terminal sürgün boyu (TSB) ölçülmüştür. Ölçümleri tamamlanan fidanlar etüve alınarak 105 °C’de 24 saat bekletilmiş, gövde ve kök kuru ağırlıkları (GKA, KKA, FKA-0,001 gr) ölçümleri yapılmıştır (Ayan 1999; 2002). Elde edilen veriler yardımıyla aşağıdaki karakterler hesaplanmıştır:

- Kuru kök % (%Kkök) = [KKA(g) / FKA (g)] x 100
- Katlılık indisi (Kİ) = GKA/KKA

Dickson kalite indeksi (DKİ) = Fidan kuru ağırlık değerinin, Gürbüzlük indisi ile katlılık değeri toplamına bölünmesi ile elde edilen değerdir. Aşağıda belirtilen formül aracılığı ile hesaplanmıştır (Dickson vd., 1960). Kalite indeksi değeri 1’e yakın ve daha yüksek bir değer bulunan fidanlar yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir (Akgül, 2010).

$$DKİ = \frac{\text{Fidan Kuru Ağırlığı}}{(\text{Gürbüzlük İndisi}) + (\text{Katlılık İndisi})} = \frac{FKA}{\left(\frac{FB}{KBÇ}\right) + \left(\frac{GKA}{KKA}\right)} \quad (2.1)$$

- Gürbüzlük indisi (Gİ) = [FB (mm) / KBÇ (cm)] (Aphalo ve Rikala, 2003),

Formül baz alınarak elde edilen Gİ değerleri için; Gİ<50 ise kaliteli fidan, 50<Gİ<60 ise orta kaliteli fidan, Gİ>60 ise düşük kaliteli fidan aralıklarına göre sınıflandırma yapılmıştır (Aphalo ve Rikala, 2003). Ayrıca, fidanların kalite sınıflarının belirlenmesi amacı ile iğne yapraklı türlerin kalite sınıfları kullanılarak TS 2265/Şubat 1988 TSE standartlarına uygunluğu değerlendirilmiştir (Tablo 3).

TS 2265’e göre iğne yapraklı ağaç türlerinin fidan yaşlarına göre fidan kalite standartları Tablo 3’de Toros sediri için verilmiştir (Anonim, 1988).

Tablo 3

TS 2265/Şubat 1988 fidan kalite sınıflarına göre Toros sediri kalite standartları

Yaş	Fidan sınıfı	Fidan Boyu (cm)	Kök Boğazı Çapı (mm)	Gövde/Kök (Kİ)
1+0 yaşlı	I	≥ 6	≥ 2.0	< 3
	II	6 – 5		3-4
	III (Iskarta)	< 5	< 2.0	> 4
2+0 yaşlı	I	≥ 12	≥ 2.0	< 3
	II	12 – 10		3-4
	III (Iskarta)	< 10	< 2.0	> 4

2.2.1. Fidanların Fizyolojik Karakterlerin Belirlenmesi

a) Fidanlarda gün ortası su potansiyelinin tespiti

Bitki fizyolojik karakteri ile ilgili olarak su düzeyinin belirlenebilmesinde kullanılacak en anlamlı kriter, bitkinin su potansiyelidir (Lopushinsky, 1990). Genellikle bitkilerdeki maksimum su potansiyeli şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}), minimum su potansiyeli ise gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ile ifade edilmektedir. Kurakçıl bitkilerde ister kurak ister nemli bir dönemde bitkide su potansiyeli düştükçe transpirasyonla su kaybı da o oranda artmaktadır; özellikle kurak ekosistemlerde yaprak su potansiyeli ile transpirasyon hızı arasında güçlü bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir. Gün ortası su potansiyeli ile bitkilerin stres durumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Ayrıca, toprak su potansiyelinin göstergesi olarak şafak öncesi yaprak su potansiyeli ve gün ortası su potansiyeli arasında güçlü bir ilişki vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014).

Çalışmada gün ortası su potansiyeli ölçümleri (Ψ_{md} -MPa), 2019 Mart-Ekim ayları arasında saat 12:00 ile 14:00 arasında periyodik olarak ölçülmüştür. Ölçümler için her ay 5'er tane fidan kullanılarak toplamda 8 ay içerisinde 40 fidanda ölçüm yapılmıştır. Gün ortası su potansiyelinin belirlenmesinde Scholander vd. (1965) tarafından geliştirilmiş olan basınç cihazı kullanılmıştır. Su potansiyeli ölçümü için fidanlar, Çankırı fidanlığında Çankırı Karatekin Üniversitesi Silvikültür Anabilim Dalı Laboratuvarına getirildikten sonra kök boğazından kesilerek, kesim yerinden itibaren 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyulmuş ve ölçümler için hazırlanmıştır. Sonrasında fidanlar basınç cihazına yerleştirilerek su potansiyeli ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

b) Fidanlarda klorofil floresans yöntemiyle fotosentetik verimlilik tespiti

Klorofil floresans ölçümleri çeşitli stres faktörlerinin bitki üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla son zamanlarda yaygın bir teknik olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bu ölçümlerle anlık olarak bitkilerin sağlık durumları hakkında fikir edinilebilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Brestic ve Zivcak, 2013; Jedmowski ve Brüggemann, 2015; İmal, 2015; Brestic vd., 2018; Semerci vd., 2021). Klorofil floresans ölçümlerinde stres koşullarındaki bitkilerde fotosentetik olayların belirlenmesinde en yaygın kullanılan parametre F_v/F_m oranı olup bu oran PS II'nin fotokimyasal reaksiyonlarının maksimum verimini ifade etmektedir. Normal koşullar altındaki bitkide söz konusu değerin 0.790-0.840 arasında olduğu stres koşulları altında azaldığı ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000).

Klorofil floresans ölçümleri öncesinde, fidanların ibrelerine klipsler takılıp 30 dk boyunca karanlığa adapte olmaları sağlanmıştır. Daha sonra fidanlarda klorofil floresans ölçümleri klorofil florometre (OptiScience OS-30P) cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler 2019 yılı Mart-Ekim ayları arasında her ay 20 fidan üzerinde toplamda 160 fidanda gerçekleştirilmiştir.

2.3. İstatistiki Değerlendirme

Morfolojik (FB, KBÇ, GTA, KTA, GKA, KKA) ve fizyolojik (Ψ_{md} , F_v/F_m) fidan özelliklerine ait veriler ile morfolojik fidan özelliklerine ait hesaplanan fidan indis değerleri üzerinde "Windows SPSS Software (23.0)" programında temel istatistikler (Aritmetik ortalama, ortalamanın standart hatası, standart sapma, minimum ve maksimum değer) belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Morfolojik Fidan Özelliklerine İlişkin Tespitler

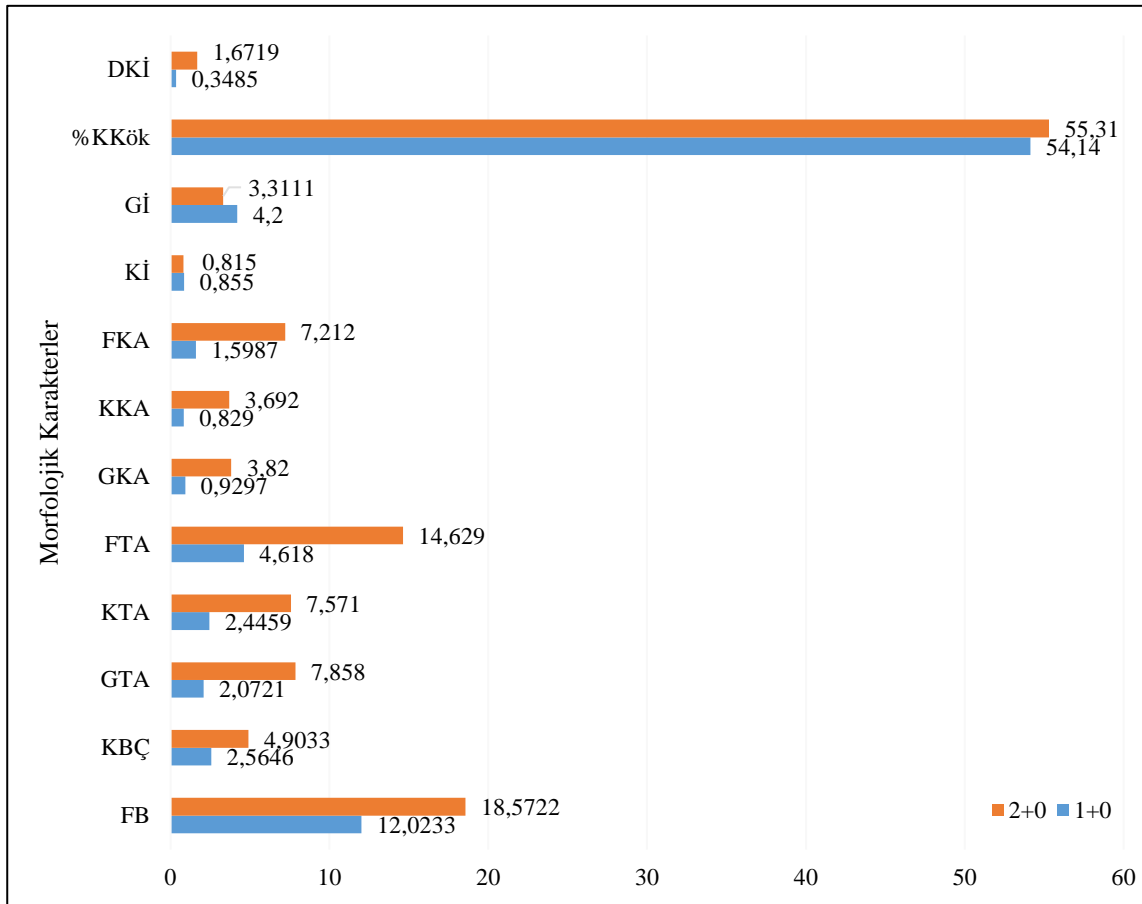
Birinci vejetasyon dönemi sonu itibarıyla fidan morfolojik özelliklerine ait ortalama değerler ile 2+0 yaşlı fidan morfolojik özelliklerine ilişkin temel istatistikler Tablo 4'de, 1 ve 2. vejetasyon dönemi sonu itibarıyla oluşan morfolojik fidan özellikler ise Şekil 1'de verilmiştir. İkinci vejetasyon dönemini geçirmekte olan tüplü fidanların özelliklerindeki periyodik dönemsel değişimler Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 4

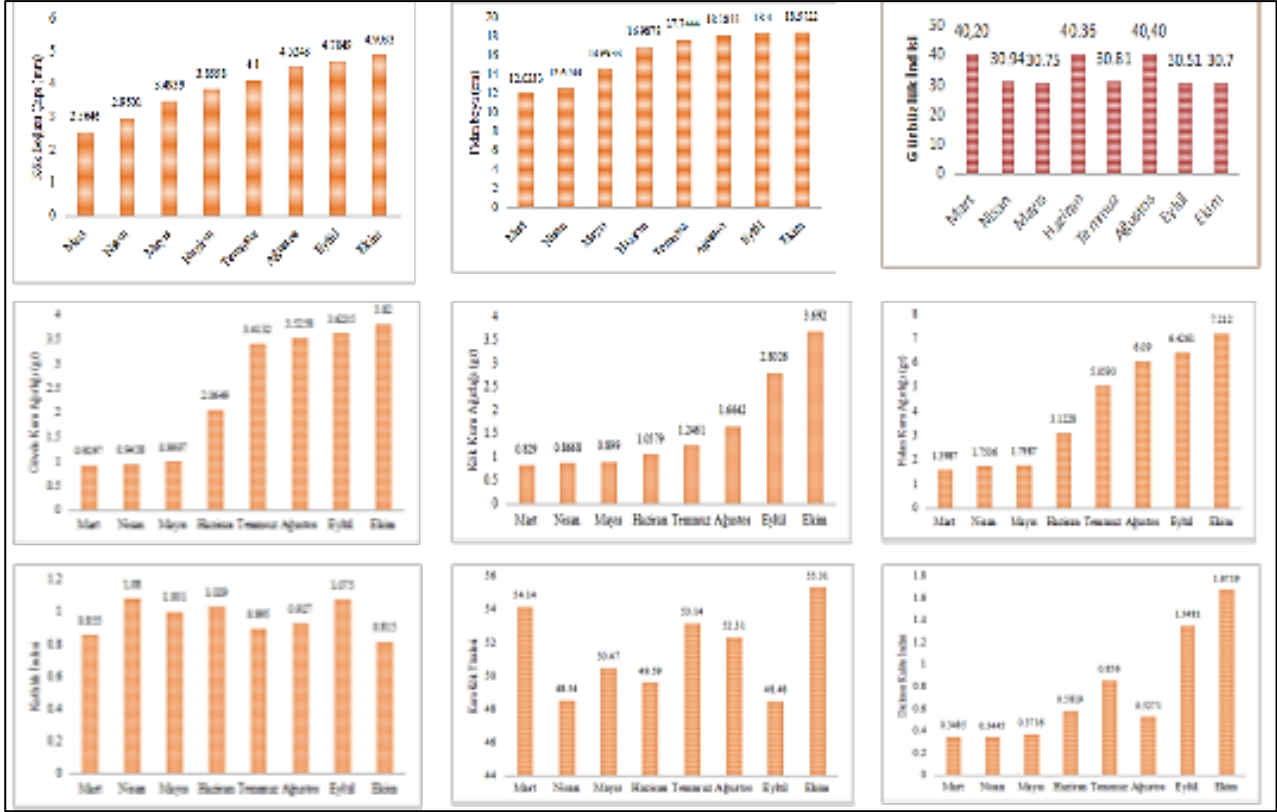
Fidanların morfolojik özelliklerine ve kalite indisi değerlerine ait temel istatistikler

Morfolojik Özellik	1+0 Yaşlı Fidan	2+0 Yaşlı Fidan				
	Ort.	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	X _{min}	X _{max}
FB (cm)	12,02	18,57	3,00	0,316	2,00	24,00
KBÇ (mm)	2,56	4,9	0,501	0,053	3,71	5,89
GTA (g)	2,07	7,86	1,379	0,436	4,68	9,12
KTA (g)	2,45	7,57	0,921	0,291	6,33	9,13
FTA (g)	4,62	14,63	1,935	0,612	11,21	17,76
GKA (g)	0,93	3,82	0,808	0,256	2,23	4,79
KKA (g)	0,83	3,69	0,579	0,183	2,87	4,91
FKA (g)	1,59	7,21	0,864	0,733	5,97	8,31
Kİ	0,86	1,09	0,132	0,042	0,54	1,17
Gİ	40,2	30,7	6,81	0,718	0,00	50
%KKök	54,14	55,31	4,284	1,355	50,20	65,00
DKİ	0,35	1,67	0,189	0,059	1,37	1,91

Fidanların ikinci vejetasyon döneminde yapılan fenolojik gözlemlere göre ilk tomurcuk patlamaları Mart ayı sonlarında olduğu gözlenmiştir. 20-27 Mart arası fidanlar homojen olarak tepe ve yan tomurcuklarını açmış olup, 31 Mart tarihinden itibaren ise tomurcuklardan yeni sürgünler uzamaya başladığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Tüplü Toros sediri 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlardaki morfolojik özellikleri



Şekil 2. Fidanların KBC, FB, Gİ, GKA, KKA, FKA, Kİ, %Kök ve DKİ değerlerin dönemsel değişimi

3.2. Fidanların Kalite Standartlarına Göre Değerlendirilmesi

Toros sediri fidanlarının TSE fidan kalite standartları ile Aphalo ve Rikala (2003)'ün gürbüzlük indisi fidan kalite sınıflamasına göre değerlendirmesi Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5

Toros sediri fidanlarının TSE fidan kalite standartlarına ve Gİ değerlerine göre incelenmesi

Fidan yaşı	Kalite Sınıfı	TSE'ye göre				Gİ Aphalo ve Rikala (2003)'ya göre
		FB Adet / %	KBC Adet / %	Kİ Adet / %	FB-KBC-Kİ Adet / %	Adet / %
1+0	I. Sınıf	88/97,7	90/100	87/96,6	87/96,6	87/96,6
	II. Sınıf	-	-	1/1,1	1/1,1	2/2,3
	III. Sınıf	2/2,3	-	2/2,3	2/2,3	1/1,1
2+0	I. Sınıf	86/95,6	90/100	85/94,4	5/94,5	86/95,4
	II. Sınıf	-	-	1/1,1	1/1,1	2/2,3
	III. (Iskarta)	4/4,4	-	4/4,4	4/4,4	2/2,3

Tablo 5'de görüldüğü gibi; 1+0 yaşlı tüplü Toros sediri fidanları KBC değeri bakımından tamamı, FB, KBC ve Kİ kriterleri birlikte değerlendirildiğinde ise fidanların %96,6'sı 1. kalite sınıfında yer almıştır. İkinci vejetasyon dönemi sonu itibari ile fidanların KBC kriteri bakımından tamamı, FB, KBC ve Kİ gibi üç kriterin birlikte değerlendirilmesi durumunda fidanların %94,5'i 1. kalite sınıfında yer almıştır. Aphalo ve Rikala (2003)'ün Gİ değerlerine göre ise; 1+0 yaşlı fidanların %96,6'sı, 2+0 yaşlı fidanların %95,4'ü "kaliteli fidan" kategorisinde yer almıştır.

3.3. Fidan Fizyolojik Karakterlerine İlişkin Tespitler

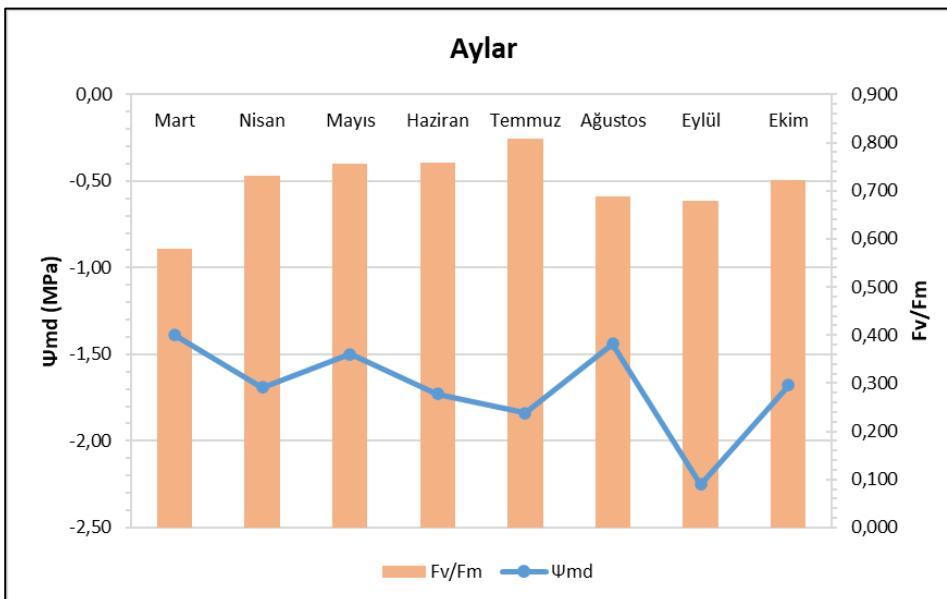
İkinci vejetasyon dönemini geçirmekte olan fidanların aylara göre gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ve fotosentetik verimlilik (Fv/Fm) değerleri Tablo 6 ve Şekil 3'de verilmiştir. Fidanlara ait Ψ_{md} değerleri mevsimsel bir değişim göstererek yağışın az olduğu aylarda azalmıştır. En düşük Ψ_{md} değerleri Temmuz ve Eylül aylarında sırasıyla -1,84 ve -2,25 MPa, en yüksek Ψ_{md} değeri ise Nisan ayında -1,39 MPa olarak tespit edilmiştir. Fidanların Fv/Fm değerleri incelendiğinde ise; en düşük değer 0,57 ile Mart ayında, en yüksek değer 0,81 ile Temmuz ayında tespit edilmiştir.

Bitki su potansiyeli değerleri, toprak su içeriği, sıcaklık, bağıl nem ve hava koşullarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Nitekim sıcaklıktaki yükselme ve bağıl nemdeki düşme gün ortası bitki su potansiyelinde azalmalara neden olmaktadır. Nitekim Toros sediri fidanlarında özellikle, Haziran ve Temmuz aylarında Ψ_{md} değerleri azalmıştır. Ağustos ayında da diğer aylara göre yüksek sıcaklık ve düşük bağıl nem ve yağış olmasına rağmen Ψ_{md} değeri yükselmiştir. Bunun nedeni fidanlıkta bu ayda fazla sulama yapılması ile açıklanabilir. Tablo 6'da gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ve fotosentez verimlilik (Fv/Fm) değerleri ile bazı meteorolojik verilerin periyodik değişimi gösterilmiştir (Anonim, 2022).

Tablo 6

Toros sediri fidanlarına ait gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ve fotosentez verimlilik (Fv/Fm) değerleri ile bazı meteorolojik verilerin periyodik değişimi

Fizyolojik Ölçümler ve 2019 Yılı Meteorolojik Verileri							
Aylar	Fv/Fm	Ψ_{md} (MPa)	Ort. Bağ. Nem (%)	Ort. Sıc. ($^{\circ}C$)	Mak. Sıc. ($^{\circ}C$)	Min. Sıc. ($^{\circ}C$)	Top. Yağış (mm)
Mart	0,570±0,07	-1,39±0,13	60,1	6,4	14,2	-0,1	32,4
Nisan	0,730±0,06	-1,69±0,22	62,8	10,3	17,6	4,0	43,9
Mayıs	0,750±0,03	-1,50±0,11	64,1	17,0	24,6	10,0	75,0
Haziran	0,750±0,00	-1,73±0,05	63,2	21,9	29,6	15,2	88,7
Temmuz	0,810±0,00	-1,84±0,21	54,1	22,0	30,4	13,5	22,8
Ağustos	0,680±0,03	-1,44±0,17	51,6	23,2	31,7	14,6	13,5
Eylül	0,670±0,00	-2,25±0,09	53,7	18,5	27,6	9,8	7,6
Ekim	0,720±0,02	-1,68±0,24	62,8	14,5	24,2	6,3	11,8



Şekil 3. Fidanların Ψ_{md} ve Fv/Fm değerlerinin dönemsel değişimi

3.4. Fidan Gelişim Evreleri

Aylık periyotlarla örneklenen ve ikinci vejetasyon dönemini geçirmekte olan fidanların gelişim evreleri tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

Toros sediri fidan gelişim evreleri

Aylar	FKA (mg) ve GDO (mg/gün)	FB (mm) ve GDO (mm/gün)	FKA Dönemsel Değişimi (mg)	Ölçüm Aralığı (gün)	FKA-FB (mg)-(mm) Değişim Miktarı	Vejetasyon Süresi	Gelişme Dönemleri
Mart	1.598	120,2					Durgunluktan çıkış
Nisan	1750	126,7	152	30	152-6,5	(0-30)	
GDO	5,06	0,21				30 gün	
Mayıs	1.798	146,9	48	31			Gelişme- Hızlı gelişme
Haziran	3.122	169,9	1.324	30		(30-122)	
Temmuz	5.059	177,4	1.937	31	3.309-50,7	92 gün	
GDO	35,96	0,55					Yavaşlama
Ağustos	6.090	181,8	1.031	30		(122-152)	
GDO	34,36	0,14			1.031-4,4	30 gün	
Eylül	6.426	184,0	336	31			Oyunlaşma
Ekim	7.212	185,7	786	30	1.122-3,9	(152-213)	
GDO	18,39	0,06				61 gün	
Toplam	7.212 mg-185,7 mm				5.614 mg-65,5 mm		

Toros sediri fidan gelişim evreleri incelendiğinde, “günlük kuru madde değişimi” bakımından en yüksek artış “gelişme + hızlı gelişme” (35,96 mg/gün) evresinde gerçekleşirken, en düşük kuru madde artışı (5,06 mg/gün) ise “durgunluktan çıkış” döneminde tespit edilmiştir. Yine gelişim evreleri değerlendirildiğinde; en yüksek günlük boy artımı (0,55 mm/gün) “gelişme + hızlı gelişme” döneminde, en düşük boy artımı ise “odunlaşma” döneminde (0,06 mm/gün) olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

İkinci vejetasyon dönemi başında 1+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının Mart ayı ortalama 12,02 cm FB ve ortalama 2,56 mm KBC değerlerinde oldukları; 2. vejetasyon dönemi sonunda ekim ayı ortalama 18,57 cm FB ve ortalama 4,90 mm KBC ile tamamladıkları gözlenmiştir. Elde edilen bu ortalamalar ile 1+0 ve 2+0 yaşlı Toros sediri fidanları TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına göre çoğunluğu (~%95) I. sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. Çankırı Orman Fidanlığında yetiştirilen Toros sediri fidanlarının büyük bir ekseriyetle yarı-kurak yörelerde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında dikime gönderilebilecek standartta fidanlar oldukları sonucuna varılmıştır.

Fidan boyu, kök boğazı çapı, kuru ağırlıklar gibi fidanların morfolojik özelliklerinde tespit edilen belirgin değişim, özellikle 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlar arasında kalite özellikleri açısından oldukça anlamlıdır. Kİ, Gİ, %KKök ve DKİ değerleri 1+0 yaşlı fidanlarda sırasıyla; 0,86; 40,2; %54,1 ve 0,35 iken 2+0 yaşlı fidanlarda 1,09; 30,7; %55,3 ve 1,67 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar; morfolojik fidan kalite özellikleri açısından 2+0 yaşlı fidanların amaca daha uygun özellikte olduğunu göstermektedir. Çankırı Orman Fidanlığında yetiştirilen Toros Sediri fidanlarının büyük bir oranla TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına uygun olduğu tespit edilerek; yarı-kurak yörelerde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında, dikime gönderilebilecek nitelikteki fidanlar oldukları kanaatine varılmıştır. Tolay (1993) gövde/kök kuru ağırlık oranı, gövde ve kök arasındaki uyumu işaret ettiğini ve bu uyum doğrultusunda fidanın arazi başarısının tahmin edilebileceğine vurgu yapmaktadır. Fakat, bu oranın, fidanların mevcut kök yapılarını her zaman doğru şekilde yansıtmadığı da belirtilmiştir. Kökleri ağır ama kılcal köklerle fakir olan bir fidan; kökleri hafif ama kılcal kökleri bakımından

zengin olan bir fidana göre daha kaliteli değildir (Bacon, 1979). Ürgenç (1998) normal yetiştirme ortamı koşullarında gövde/kök kuru ağırlık oranının 3, kurak yetiştirme ortamlarında 2 ve hatta 1'den büyük olması gerektiği belirtilmiştir. Semerci (2005), İç Anadolu Bölgesi'nde Toros sediri fidanlarının performanslarının incelendiği bir çalışmada, dikimde kullanılan fidanların morfolojisinin arazideki tutma başarısının öngörülebilmesi için yeterli bir gösterge olmamasına rağmen, dikim sonrası büyüme potansiyelinin tespit edilmesinde kök boğazı çapının iyi bir gösterge olduğu vurgulanmıştır. Eler vd. (1993), fidan kalite sınıflarının arazi gelişimi üzerinde önemli etkisinin olduğu belirtilmiştir. Toros sediri fidanları üzerinde yapılan çalışmada kalın çaplı ve boylu fidanların daha fazla gelişme yaptığı ortaya koymuştur.

Çankırı Orman Fidanlığındaki Toros sediri fidanlarının "kuru madde değişimi" yöntemine göre, fidanlardaki büyüme dönemleri tarihler itibariyle şu şekilde ortaya çıkmıştır (Tablo 7); Mart-15/Nisan-15 (30 gün) arası "durgunluktan çıkış" dönemi; Mayıs-15/Temmuz-15 (92 gün) arası "gelişme+ hızlı gelişme" dönemi; Temmuz-15/Ağustos-15 (30 gün) arası "yavaşlama (duraklama)" dönemi; Eylül-15/Ekim-15 (61 gün) arası "odunlaşma" dönemi, olarak tespit edilmiştir. Günlük değişim oranları bakımından ikinci vejetasyon döneminde FB'ü ortalama 0,3 cm/gün ve FKA ise ortalama 24,36 mg/gün artış göstermiştir. Semerci (2002) çalışmasında, İç Anadolu Bölgesi koşullarında Toros sediri için dormansi halinin oluşum evreleri şu şekilde sıralanmıştır: Vejetasyon evresi: Mart ortası- Ağustos ortası; Uykuya giriş: Ağustos ortası-Kasım ortası, Derin uyku evresi: Kasım ortası-Ocak ortası, Uyku sonu evresi: Ocak ortası-Mart ortası olarak tespit edilmiştir.

Yer (2011), Eskişehir orman fidanlığı ekolojik koşullarında yürüttüğü çalışmasında; çıplak köklü Toros sediri fidanlarında Mart ayında sulama işlemlerinin başlanması gerektiğini vurgulamıştır. İlkbahar yağışları göz önünde bulundurularak yüzeysel akışa sebep olmayacak yoğunlukta, akşam geç ve sabah erken saatlerde olacak şekilde günde iki kez yapılması gerektiğini belirtmiştir. Gelişme + hızlı gelişme dönemlerinde de aynı şekilde sulamanın günde iki kez yapılmasını ve bu dönemde maksimum sıcaklıklarda gün ortasında yapılacak sulamanın (serinletme) faydalı olacağı öne sürülmüştür. Yavaşlama (duraklama) döneminde ise, sabah erken saatlerde yapılacak sulama işlemi kök gelişimini desteklemesi bakımından önerilmektedir. Odunlaşma döneminde ise; fidanın su ihtiyacı doğrultusunda toprakta yeterli miktarda rutubet buldurulmalıdır.

Su potansiyeli ile bitki su içeriği arasında sıkı bir ilişki vardır. Bitkilerin su potansiyeli azaldıkça nispi su içeriği de azalış göstermektedir. Karasal ekosistemlerde, mezofit ve kserofit bitkilerde su potansiyeli farklı değerler almaktadır. Normal koşullarda iyi sulanmış bitkilerin yapraklarında su potansiyeli -0.2 ile -0.1 MPa arasında değişirken, kurak iklimlerde yetişen bitkilerin yapraklarında bu değer oldukça düşük olup -2.0 ila -5.0 MPa arasındadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Hatta çok kurak alanlarda bu değerler daha da düşebilmektedir (Xu ve Li, 2006; Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bitkilerde su potansiyeli yıl içinde mevsimlere bağlı olarak da kurak ve nemli periyotlarda değişkenlik göstermektedir (Tschapinski vd., 1998; Choat vd., 2006). Bununla birlikte, bitki türü ve yetiştirme ortamının da bireylerin fizyolojik davranışları üzerinde rolü vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bu çalışmada tespit edilen fidan gelişim evreleri ile su potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde; durgunluktan çıkış evresi olarak belirlenen Mart ve Mayıs ayları arasında dormant evrenin bitişi ile birlikte su potansiyeli değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Su potansiyeli bakımından en düşük değer ise dormant evreye giriş ve odunlaşma dönemi içinde olan Eylül ayında tespit edilmiştir (-2,25 MPa). Nitekim su potansiyeli değerinin yaklaşık -1,5 MPa'ya düşmesinin fidanlarda boy büyümesinin sona ermesine ve uyku halinin başlamasına neden olduğu belirtilmektedir (Cleary ve Greaves, 1979). Çalışmamıza benzer şekilde Blake vd. (1979) Duglas fidanlarında yaptıkları çalışmada, sürgün gelişiminin sürekli azaldığı Temmuz ortası-Ağustos sonu döneminde bitki su potansiyelinin de düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Deligöz (2007) Anadolu karaçamı fidanları üzerinde yürüttüğü çalışmada, uyku devresine giriş döneminde yer alan eylül ayında su potansiyeli değerlerinin azaldığını tespit etmiştir (-16,76 MPa).

Toros sediri fidanlarına 8 ay boyunca aylık olarak ölçülen gün ortası su potansiyeli değerleri (Ψ_{md}) incelendiğinde; aylar arasında farklıklar tespit edilmekle birlikte özellikle en kurak ay olan Haziran (-1,73 MPa), Temmuz (-1,84 MPa) ve Ağustos (-1,44 MPa), ayları ile vejetasyon mevsiminin sona erdiği eylül (-2,25

MPa), ayında Ψ_{md} en düşük değerleri almıştır (Tablo 6, Şekil 3). Kurak aylarda su potansiyeli değerlerinin düşük çıkmasının nedeni bu aylarda sıcaklıklardaki yükselme ve bağıl nemdeki düşüşle açıklanabilir. Nitekim ölçüm yapılan aylardaki ilgili meteorolojik parametreler incelendiğinde bu durumu desteklemektedir. Fidanların "uyku hali yoğunlaşması" aşamasında, gün ortası bitki su potansiyeli değerlerin en düşük seviyelerde olduğu bildirilmektedir (Deligöz, 2007). Nitekim yukarıda açıklandığı gibi eylül ayındaki Ψ_{md} değerinin düşük çıkması bu durumu desteklemektedir. Yapılan benzer araştırmalarda da Ψ_{md} değerlerinin mevsimsel bir değişim göstererek kurak aylarda daha düşük olduğu tespit edilmiştir; Semerci vd. (2002), Toros sediri fidanlarında gerçekleştirmiş olduğu araştırmasında Ψ_{md} değerlerini aylar bazında sırası ile Haziran, Temmuz Ağustos ve Eylül aylarında -1,78, -2,27 -1,74 ve -2,51 MPa olarak tespit etmiştir. Söz konusu araştırma sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Yine Bayar ve Deligöz (2019), Anadolu karaçamı ve Toros sediri ağaçlandırma alanlarında kurak dönemde ağaç-su ilişkisini araştırdığı çalışmalarında türlerde solma noktasındaki osmotik su potansiyeli değerlerini kurak ve yağışın az olduğu aylarda düşük olarak tespit etmişlerdir.

Klorofil floresans (CF) ölçümlerinde fotosentetik aktivitenin belirlenmesinde kullanılan ve fotosentetik verimliliği ortaya koyan en önemli parametre Fv/Fm oranıdır. Bu oran PSII de emilen ışığın maksimum verimidir ve normal koşullar altındaki bitkide $0,832 \pm 0,004$ olarak ölçüldüğü ve bu değer stres koşullarında azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Ritchie, 2006; Landis vd., 2010). Fidan gelişim evrelerine göre klorofil değerleri (Fv/Fm) ikinci vejetasyon dönemi başlarında, durgunluktan çıkış döneminde en düşük seviyelerde olduğu gözlenirken, Temmuz- Haziran aylarında güneşlenme süresinin en uzun olduğu ve gelişme dönemi içerisinde sürgünlerinde gelişmesi ile en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Yavaşlama ve odunlaşma dönemlerinde değerlerde düşüş olduğu gözlenmiştir.

Yürütülen bu çalışmada; Fv/Fm değerleri aylar bazında değişiklik gösterse de genelde yüksek değerler olarak ortalama 0,715 olarak tespit edilmiştir. Bu durum fidanların olumsuz bir abiotik veya biotik stres etmenine maruz kalmadıklarını göstermektedir. Nitekim Toros sediri fidanlarında Fv/Fm değerleri en düşük mart ayında (0,579) en yüksek ise Temmuz (0,809) ayında tespit edilmiştir. Mart ayında fotosentetik verimliliğinin düşük çıkmasının nedeni kış aylarında yaşanan düşük sıcaklıklar ile açıklanabilir. Demir (2019) farklı orijinlere ait Anadolu karaçamı fidanlarında uyguladığı üç değişik sulama rejimi (S1: her gün S2: 5 günde bir, S3:10 günde bir) sonrasında fidanlarda Fv/Fm değerlerini en düşük 0,702 en yüksek 0,836 olarak tespit etmiştir. Söz konusu araştırma her ne kadar farklı tür ile sera ortamında ve farklı sulama rejimleri uygulanarak yapılsa da çalışmamızla benzer sonuçları içermektedir.

Çankırı Orman Fidanlığında yetiştirilen Toros sediri fidanlarında bazı morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerinin dönemsel gelişiminin incelendiği bu çalışmada; küresel iklim değişikliğinin etkileri de göz önüne alındığında fidanlarda orijin bazında mevsimsel olarak kuraklığa ve dona dayanıklılığı konusunda da çalışmaların yapılması faydalı olabilecektir. Fidan yetiştirme teknikleri türe ve bulunduğu yörenin ekolojik şartlarına göre değişmekle birlikte, bu faktörler fidanın bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerini etkileyeceğinden, tüm koşullar göz önünde bulundurularak planlandığı ve uygulandığı taktirde kaliteli fidan üretimi sağlanabilir. Fidan kalite standartlarının mutlak surette plantasyon sahası özellikleri ve başarısına göre değerlendirilmesi elzemdir. Ayrıca, iklim değişimi etkilerine bağlı olarak Toros sedirinin potansiyel olarak daha yüksek rakımlara göç edebileceği öngörülerine dayanarak, fidan kalite sınıflandırmasının yeniden değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, Fatma ÇELEN tarafından Prof. Dr. Sezgin AYAN danışmanlığında hazırlanan, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yapılan "Çankırı Kenbağ Orman Fidanlığında Üretimi Yapılan Bazı Türlerin Vejetasyon Süresince Periyodik Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Karakterleri Değişimi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmaya katkılarından dolayı Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 100/2000 - Sürdürülebilir Ormanlık Doktora Programı öğrencisi Orhan GÜLSEVEN'e teşekkür eder.

Yazar Katkıları

Yazar SA: Çalışmayı planlamış, tasarlamış, yönetmiş ve makaleyi yazmıştır.

Yazar FÇ: Çalışmanın verilerini toplamış ve analizini yapmıştır.

Yazar Bİ: Çalışmanın fidan fizyolojik karakterleri ölçüm ve analizlerine yardımcı olmuş ayrıca, makalenin yazım aşamasında katkı vermiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Akgül, H. (2010). *Bolu Orman Fidanlığında Yetiştirilen Bazı Önemli Türlerde Fidan Kalite Değerlendirmeleri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Anonim, (1988). *İğne Yapraklı Ağaç Fidanları*, TS 2265/Şubat-1988. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü Yayınları.
- Anonim, (2019). Çankırı Orman Fidanlığı 2019-2023 Yılları Arası Rotasyon Planı. Çankırı Fidanlık Müdürlüğü Kayıtları, Çankırı.
- Anonim, (2022). Çankırı Meteoroloji İstasyonu 2019 Yılına Ait İklim Değerleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Aphalo, P., Rikala, R. (2003). *Field Performance of Silver-Birch Planting-Stock Grown at Different Spacing and in Containers of Different Volume*, Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands. *New Forests*, 25, 93–108.
- Ata, C. (1995). *Silvikültür Tekniği*. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Yayın No:4/3, 453 s, Bartın.
- Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacioğlu, A. (2005). The Evaluation of 2+0-Year Old Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) Seedlings Produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery According to The Norms of Turkish Standards Institution, *Sigma: Journal of Engineering and Science*, Yıldız Technical University, 2,73-83, İstanbul, Türkiye.
- Ayan, S. (1998). The Effects of Slow Release Fertilizer on the Production of Containerized-Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Journal of Forest Engineering*, 35 (9), 25-28, Ankara.
- Ayan, S. (1999). *Tüplü Doğu Ladini (Picea orientalis Lipsky.) Fidanlarının Yetiştirme Ortamları Özelliklerinin Tespiti Ve Üretim Tekniğinin Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Ayan, S. (2001). Fidan Üretiminde Topraksız Kültür Ortamı Alternatifleri. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt.1(1), 30-42, Kastamonu.
- Ayan, S. (2002a). Determining the Site Condition Features of Containerized-Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seedlings, and Setting the Production Techniques, Ministry of Forests, The Institution of Eastern Black Sea Forestry Research, Ministry Publication Number:179, Eastern Black Sea Forestry Studies (DKOA) Publication Number:14, Technical Bulletin Publication Number: 11, Trabzon.
- Ayan, S. (2002b). Fidan yetiştiriciliği ve ağaçlandırma çalışmalarında zeolite mineralinin kullanımı. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2(1), 78-88, Kastamonu.
- Ayan, S. (2007). Containerised Seedling Propagation, 7th Section (Editors: Yahyaoğlu, Z. and M. Genç, Seedling Standardization: Quality Seedling Propagation and Principals of Seedling Qualification Norms) Publication of Suleyman Demirel University, Pub. Nu: 75, 301-352, ISBN 978-9944-452-07-6, Isparta.

- Ayan, S. (2015). A Review on Rehabilitation and Afforestation Experiences of *Cedrus libani* A. Rich in Turkey. Ecoplantmed Conference, 12-15 October, Beirut, Lebanon.
- Ayan, S., Çalışkan, E., Özel, H.B., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Yılmaz, E. (2021b). Influence of effective microorganisms on morphological characteristics of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) containerised seedlings. *Journal of Bartın of Faculty of Forestry*, 23(1), 294-305.
- Ayan, S., Civek, E., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Akin, Ş.S., Yılmaz, E. (2020a). Morphological Quality Characteristics of Mediterranean and Arizona Cypresses Seedlings. *Journal of Bartın of Faculty of Forestry*, 22(2), 580-590.
- Ayan, S., Civek, E., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Özel, H.B., Eshaibi, J.A.H., Akin, Ş.S., Yılmaz, E. (2020b). Morphological Quality Characteristics of Different Ages Containerized Seedlings of Stone Pine (*Pinus pinea* L.). *Journal of Bartın of Faculty of Forestry*, 22(2), 633-641.
- Ayan, S., Feyzioğlu, F., Demircioğlu, N., Aksu, V. (2005b). Growth Periods of Oriental Spruce Seedlings (*Picea orientalis* Link.) in The Ecological Conditions of Trabzon of Forest Nursery. Symposium on Spruce, Vol. 1, 437-445. Trabzon.
- Ayan, S., Gedik, F., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Yılmaz, E., Akin, Ş.S., Özel, H.B. (2020c). Morphological characteristics of some broad-leaved forest tree seedlings. *Journal of Bartın of Faculty of Forestry*, 22(1), 245-255.
- Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, V., Sivacioğlu, A. (2005a). Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanı Üretiminde Substrat Olarak Zeolitin Kullanılabilirliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ladin Sempozyumu, Cilt. 1, 490-500, 19-22 Ekim 2005, Trabzon.
- Ayan, S., Tilki, F. (2007). Morphological Attributes of Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seedlings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. *Acta Agronomica Hungarica*, 55 (3), 363-373.
- Ayan, S., Tüfekçioğlu, A. (2006). Growth Responses of Scots Pine Seedlings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. *Journal of Environmental Biology*, 27(1), 27-34.
- Ayan, S., Turfan, N., Yer, E.N., Özel, H.B., Seho, M., Ducci, F. (2018). Antioxidant Variability of the Seeds in Core and Marginal Populations of Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). *Sumarsky List*, 142(11-12), 593-600.
- Ayan, S., Turna, İ., Acar, C. (2000). The Effects of Greenhouse and Outdoor Conditions on Several Morphological Characteristics of Enso-Type Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings. *Journal of Eastern Anatolian Forestry Research Institute*, No.3, 64-76, Erzurum.
- Ayan, S., Yer, E.N. (2016). Assessment of Taurus Cedar (*Cedrus libani* A. Rich) plantations out of their natural distribution areas in Turkey with regards to ecological factors. *International Symposium on Forest areas and peri-urban forests" Dynamics and Challenges "*, 11 Abstract Book (10 p.).
- Ayan, S., Yer, E.N., Gülseven, O. (2017). Türkiye'deki Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırma Sahalarının İklim Tipi Açısından Değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 152-161.
- Ayan, S., Yücedağ, C., Şeho, M. (2021a). Le cèdre du Liban: une espèce prometteuse pour le reboisement et la rehabilitation forestière sous la contrainte du changement climatique (in English: Promising species in afforestation and rehabilitation practices under the influence of climate change: Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.)), Forêt Méditerranéenne, t. XLII, n° 2, juin 2021, 175-188.
- Ayıntaplı, P. (1995). Serinyol ve Tekir fidanlıklarında üretilen Kızılcım, Anadolu Karaçamı ve Toros Sediri fidanlarında kalite sınıflaması araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknisitesi, Trabzon, Türkiye.
- Ayres, M.P. (1993). Plant defense, herbivory, and climate change. In: Kareiva PM, Kingsolver JG, Huey RB (eds) Biotic interactions and global change. Sinauer, Sunderland, Mass, 75-94 p.
- Bacon, G.J. (1979). Seedling morphology as an indicator of planting stock quality in conifers. Unpublished manuscript presented at Workshop on 'Techniques for evaluating planting stock quality' New Zealand.

- Baker, N.R. (2008). Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo*. *Annual Review of Plant Biology* 59, 89–113. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759.
- Baker, N.R., Rosenqvist, E. (2004). Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany* 55, 1607–1621. doi:10.1093/jxb/erh196
- Bayar, E., Deligöz, A. (2019). *Cedrus libani* ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ağaçlandırma alanında kurak dönemde ağaç-su ilişkisi değişimleri. *Türkiye Ormançılık Dergisi*, 20(4), 317-323.
- Bigras, F.J. (2005). Photosynthetic response of white spruce families to drought stress. *New forest*, 29, 135–148.
- Blake, J., Zaerr, J., Hee, S. (1979). Controlled moisture stress to improve cold hardiness and morphology of Douglas-fir seedlings. *Forest Science*, 25(4), 576-582.
- Boydak, M. (1986). Lübnan (Toros) Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) yayılışı, ekolojik ve silvikültürel nitelikleri, doğal ve yapay gençleştirme sorunları. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 64, 7-55 s.
- Boydak, M., Çalikoğlu, M. (2008). Toros Sediri'nin (*Cedrus Libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM- VAK Yayınları, Ankara.
- Brestic, M., Zivcak, M. (2013). PSII fluorescence techniques for measurement of drought and high temperature stress signal in crop plants: protocols and applications. In 'Molecular stress physiology of plants'. (Eds GRout, A Das), 87–131 p. (Springer: New Delhi, India).
- Brestic, M., Zivcak, M., Hauptvogel, P., Misheva S., Kocheva, K., Yang, X., Li, X., Allakhverdiev, S.I. (2018). Wheat plant selection for high yields entailed improvement of leaf anatomical and biochemical traits including tolerance to non-optimal temperature conditions. *Photosynthesis Research*, 136, 245–255.
- Coşgun, S., Şahin, M., Özkurt, N., Parlak, S. (2008). Kızılcıçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarında kalite sınıflarının belirlenmesi, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 352, Müdürlük Yayın No: 037, Teknik Bülten No: 29, 67 s. Antalya.
- Çakmak, F. (2021). *Ankara-İlyakut Toros Sediri (Cedrus libani A. Rich.) Orijin Denemelerinde Bazı Orijinlerin Dona Dayanıklılıklarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye.
- Çetinkaya, D., Bilir, N. (2019). Toros Sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) fidan tipi x fidan morfolojisi etkileşimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1), 28-33.
- Chagas, P.R., Tokeshi, H., Alves, M.C. (2001). Effect of Calcium on Yield of Papaya Fruits on Conventional and Organic (Bokashi Em) Systems. *Proceeding of the 6th International Conference on Kyusei Nature Farming*, South Africa, 255-258 p.
- Chaudhry A.N., Latif M.I., Khan A.A., Ghulam, J., Tanveer, I. (2005). Comparison of Chemical Fertilizer with Organic Manures by Using Effective Microorganisms Under Maize Cropping in Rained Areas. *International Journal Biology and Biotechnology*, 2 (4) 1001-1006.
- Choat, B., Ball, M.C., Luly, J.G., Donnelly, C.F., Holtum, J.A. (2006). Seasonal patterns of leaf gas exchange and water relations in dry rain forest trees of contrasting leaf phenology. *Tree Physiology*, 26(5), 657-664.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R. (1979). Fidan (Çeviri: AK Eyüboğlu). *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 31-67.
- Daly, M.J., Stewart, D.P.C. (1999). Influence of "effective microorganisms" (EM) on vegetable production and carbon mineralization—a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14 (2-3), 15-25.
- Deligöz, A. (2007). *Anadolu Karaçamı [Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe] Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-fizyolojik Özelliklerinin Dikim Başarısına Etkisi*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.

- Deligöz, A., Bayar, E., Çankaya, F.G. (2016). Effect of crown position on midday water potential of *Cedrus libani* trees. *International Forestry Symposium (IFS 2016)*, 409-415, Kastamonu.
- Demir, E. (2019). *Bazı Anadolu Karaçamı [Pinus nigra J.F. Arnold ssp. pallasiana (Lamb.) Holmboe] Orijinlerinin Tohum ve Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılığı*. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye.
- Demirci, A., Bilir, N. (2001). Yaşı 3-0 Olan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Orijinler Arası Farklılıklar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25, 217-223.
- Demircioğlu, N., Ayan, S. (2004). Growth Periods of Scots Pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.) in the Ecological Conditions of Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery. 5th National Congress on Ecology and Environment, Nature and Environment, 107-114, Bolu.
- Demircioğlu, N., Ayan, S., Avanoğlu, B., Sivacioğlu, A. (2004). Kastamonu-Taşköprü orman fi-danlığında üretilen 2+0 yaşlı sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının TSE normlarına göre değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(22), 243-251.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F. (1960). Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedlings Stock in Nurseries. *Forestry Chronicle*, 36 (1), 10-13.
- Dirik, H. (2000). Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (pv) eğrisi ile analizi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 50(2), 93-103.
- Dreyer, E., Epron, D., Yog Matig, O.E. (1992). Photochemical efficiency of photosystem II in rapidly dehydrating leaves of 11 temperate and tropical tree species differing in their tolerance to drought. *Ann. Sci. For.* 49, 615-625.
- Eler, Ü. (1990). Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 240, Antalya.
- Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E. (1993). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 240, 81-105.
- Epron, D. (1997). Effects of drought on photosynthesis and on the thermotolerance of photosystem II in seedlings of cedar (*Cedrus atlantica* and *C. libani*). *Journal of Experimental Botany*, 48(10), 1835-1841.
- Epron, D., Dreyer, E. (1992). Effects of severe dehydration on leaf photosynthesis in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: photosystem II efficiency, photochemical and nonphotochemical fluorescence quenching and electrolyte leakage. *Tree Physiol.* 10, 273-284.
- Genç, M. (1992). Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Gülseven, O., Ayan, S., Özel, H.B., Yer, E.N. (2019). Morphological and physiological characteristics of saplings of different Eastern beech populations (*Fagus orientalis* Lipsky.). *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), 180-186.
- İmal, B. (2015). *Bazı Anadolu Karaçamı (Pinus nigra Arnold ssp. pallasiana [Lamb.] Holmboe) Orijinlerinin Dona ve Kuraklığa Karşı Dayanıklılıklarının Ekofizyolojik Olarak Belirlenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Jedowski, C., Brüggemann, W. (2015). Imaging of fast chlorophyll fluorescence induction curve (OJIP) parameters, applied in a screening study with wild barley (*Hordeum spontaneum*) genotypes under heat stress. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 151, 153-160.
- Kezik, U., Kocaçınar, F. (2014). Kurak ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler kitapçığı, 699-713.

- Landis, T.D., Dumroese, R.K., Haase, D.L. (2010). The Container tree nursery manual, Volume 7, Seedling processing, storage, and outplanting agric. Hand book. 674. Washington, U.S. Department of Agriculture Forest Service, 200 p.
- López-Tirado, J., Vessella, F., Stephan, J., Ayan, S., Schirone, B., Hidalgo, P.J. (2021). Effect of climate change on potential distribution of *Cedrus libani* A. Rich in the twenty-first century: An Ecological Niche Modelling assessment, *New Forests*, 52: 363-376.
- Lopushinsky, W. (1990). Seedling moisture status. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD, editors. Proceedings, Target seedling symposium, Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. *USDA Forest Service*, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report. RM-200: 123-138.
- Maxwell K., Johnson, G.N. (2000). Chlorophyll fluorescence a practical guide, *Journal of experimental botany*, 345, 659-668.
- Mayoral, C., Pardos, M., Sánchez-González, M., Brendel, O., Pita, P. (2016). Ecological implications of different water use strategies in three coexisting mediterranean tree species, *Forest Ecology and Management*, 382, 76-87.
- Ogren, E. (1990). Evaluation of chlorophyll fluorescence as a probe for drought stress in willow leaves. *Plant Physiol.* 93, 1280-1285.
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, H.B. (2016). İç Anadolu'da Yarı Kurak Alanların Rehabilitasyonu, *Anatolian Journal of Forest Research*, 1(1-2), 32-44.
- Ritchie, G. A. (2006). Chlorophyll fluorescence, what is it and what do the numbers mean, *USDA Forest Service Proceedings RMRS*, 43 p.
- Sarı, S., Deligoz, A. (2019). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökümler zamanının etkisi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20(1), 20-27.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D. (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science* 148, 339-346.
- Semerci, A. (2001). *Toros Sediri (Cedrus libani A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Semerci, A. (2002). Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Karakteristikler ile İç Anadolu'daki Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler, İç Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 279, Ankara, 142 s.
- Semerci, A. (2005). Fifth year performance of morphologically graded *Cedrus libani* seedlings in the Central Anatolia Region of Turkey. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29(6), 483-491.
- Semerci, A., İmal, B., Gonzalez-Benecke, C.A. (2021). Intraspecific variability in cold tolerance in *Pinus brutia* sampled from two contrasting provenance trials. *New Forests*, 52(4), 621-637.
- Şevik, H., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacıoğlu, A. (2003). The Evaluation of Bare-rooted and Broad-leaved Forest Tree Seedlings grown in Gököy Forest Nursery (province of Kastamonu) according to the norms of Turkish Standards Institution, *Journal of Forestry Faculty of Gazi University*, 3 (2), 233-245, Kastamonu.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2008). Bitki fizyolojisi (Plant physiology), Üçüncü baskıdan Türkçeye çeviri Türkan, İ., (ed), Palme yayıncılık, Ankara.
- Tolay, U. (1993). Hızlı Gelişen Yapraklı ve İğne Yapraklı Türlerin Tüplü Fidan Yetiştirme Tekniği Üzerine Araştırmalar, *Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 20, 65-70.
- Tschaplinski, T.J., Gebre, G.M., Shirshac, T.L. (1998). Osmotic potential of several hardwood species as affected by manipulation of throughfall precipitation in an upland oak forest during a dry year. *Tree physiology*, 18(5), 291-298.
- Ürgenç, S. (1998). *Ağaçlandırma Tekniği*. Üniversite Yayın No. 3994, Fakülte Yayın No. 441, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.

- Xu, H., Li, Y. (2006). Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. *Plant and Soil*, 285(1), 5-17.
- Yahyaoglu, Z., Genç, M. (2007). Kalite Sınıflaması Çalışmaları ve Türkiye İçin Öneriler, Fidan Standardizasyonu (Standart Fidan Yetiştirme Teknik ve Biyolojik Esasları), Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 75, Isparta.
- Yer, E. N., Ayan, S. (2011). Growth Stages of Bare Rooted Seedlings of Taurus Cedar and Anatolian Black Pine in Eskişehir Forest Nursery Conditions, *Journal of Forestry Faculty, Kastamonu University*, 11(2), 219-227.

Antalya-Gebiz Yöresi Kızılcım Meşcereleri için Uyumlu Gövde Hacmi ve Gövde Çapı Modelleri

Mustafa Turgut¹, Ramazan Özçelik², Onur Alkan^{2,*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye
^{2,*}Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 08.03.2022

Kabul: 02.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Ülkemizin ekolojik ve ekonomik açıdan önemli ağaç türlerinden birisi Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'dir. Bu nedenle türün sürdürülebilir yönetimi ve planlaması için hasılat ve büyüme modellerine ihtiyaç vardır. Hasılat ve büyüme modellerinin en önemli bileşenlerinden birisi de ağaç hacim tahminleridir. Ülkemizde ağaç hacim tahminleri genellikle tek girişli hacim tabloları kullanılarak yapılmaktadır. Ancak söz konusu hacim tabloları kullanılarak, güvenilir ve doğru hacim tahminleri yapılması oldukça güçtür. Günümüzde ağaç hacim tahminleri için en doğru yaklaşım tarzlarından birinin uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmada, Antalya-Gebiz yöresi doğal kızılcım meşcereleri için uyumlu gövde hacmi ve gövde çapı denklemleri geliştirilmiştir. Bu amaçla, Max ve Burkhardt (1976), Parresol vd. (1987), Clark vd. (1991) ve Jiang vd. (2005) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modelleri seçilmiştir. Seçilen modeller, gövde çapı ve gövde hacim tahminleri açısından tüm ağaç ve gövdenin farklı bölümleri için karşılaştırılmıştır. Geliştirilen tüm modeller gerek gövde çapı gerekse gövde hacim tahminlerinde başarılı sonuçlar üretmiştir. Test edilen tüm modeller, gövde çapı tahminlerindeki varyasyonun %94'ünden; gövde hacim tahminlerindeki varyasyonun ise %95'inden daha fazlasını açıklamıştır. Gövde çapı tahminlerindeki hatalar 2,8 cm'den, gövde hacim tahminlerindeki hatalar ise 0,02 m³'ten daha az bulunmuştur. En başarılı tahminler Clark vd. (1991) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli ile elde edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında geliştirilen modeller, yöresel tek girişli hacim tablosu değerleri ile de karşılaştırılmıştır. Test edilen dört gövde hacim modeli de yöresel tek girişli hacim tablosundan daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler – Gövde çapı, ağaç hacmi, Kızılcım, nispi boy

Compatible Stem Volume and Stem Diameter Equations for Brutian Pine Stands in Antalya-Gebiz Region

¹ Isparta University of Applied Sciences, Institute of Graduate Education, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye

² Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Isparta, Türkiye

Article History

Received: 08.03.2022


Accepted: 02.06.2022


Published: 15.08.2022


Research Article

Abstract – Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) is one of the most important tree species ecologically and economically. Reliable and accurate growth and yield models are needed for sustainable forest management and planning of this species. One of the most important components of the growth and yield models is tree stem volume estimates. Usually, tree volume estimations are still made with single-entry volume tables in Turkey. However, these local volume tables are insufficient for reliable and accurate volume estimation. It is stated that one of the most correct approaches to meet the deficiency in this subject is the use of compatible stem diameter and stem volume equations. In this study, compatible stem diameter and volume equations were developed for Brutian pine trees in Antalya-Gebiz region. For this purpose, parameter estimates were made for the stem diameter and stem volume equations that have been developed by Max and Burkhardt (1976), Parresol et al. (1987), Clark et al. (1991), and Jiang et al. (2005). All developed models yielded successful results in both stem diameter and stem volume estimations. The errors in the diameter and volume estimations were found to be less than 2.8 cm and less than 0.02 m³, respectively. In addition, diameter and volume estimates were made at 10 distinct parts of the stem to determine the accuracy and reliability of the models developed. Additionally, the stem volume predictions obtained from proposed models in this study were compared with the volume estimates obtained with the regional volume table, and it was seen that proposed models gave better results than the local volume table. Among the four stem diameter and stem volume models developed, the most successful results were obtained with the model developed by Clark et al. (1991). In addition, the developed models were also compared with the results of local volume table. Tested models produced better results than the local volume table.

Keywords – Stem diameter, stem volume, Brutian pine, relative height

^{1,*}  mustafaturgut32@outlook.com

²  ramazanozcelik@isparta.edu.tr

³  onuralkan@isparta.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Onur ALKAN

1. Giriş

Kızılçam ekonomik ve ekolojik açıdan ülkemizin önemli ağaç türlerinden birisidir. 2020 yılı envanter verilerine göre, tür yaklaşık 5,2 milyon ha alan kaplamakta olup, dikili ağaç serveti miktarı da yaklaşık 270 milyon m³'tür (OGM, 2020). Kızılçam, bir yandan orman ürünleri endüstrisi için önemli bir hammadde kaynağı durumunda iken, diğer yandan da biyolojik çeşitliliğin, toprak ve su kaynaklarının ve yaban hayatının korunması açısından önemli çevresel ve ekolojik hizmetlerin yerine getirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenlerle, doğal kızılçam ormanlarının sürdürülebilir yönetimi ve çok amaçlı yararlanma alternatiflerinin ortaya konması için türün büyüme ve hasılatına ilişkin güvenilir bilgilerin bulunmasını zorunludur. Amenajman planlarının hazırlanmasına temel olan ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımı da ağaç türlerine ilişkin büyüme ve hasılat modellerine ihtiyaç duymaktadır. Klos vd. (2007)'e göre, hasılat ve büyüme modellerinin en önemli bileşenlerinden birisi ağaç hacim denklemleridir. Ağaç hacmi tahmin modelleri, ağaç ve meşcere hacminin ve bu hacim miktarının farklı ticari sınıflara dağılımının ortaya konmasında (Dieguez-Aranda vd., 2006), orman amenajman planlarının düzenlenmesinde (Rodríguez vd., 2014), orman ürünleri sanayisinin geleceğine ilişkin projeksiyonların yapılmasında (de-Miguel vd., 2012) ve uygun biyokütle dönüşüm faktörleri yardımı ile biyokütle ve karbon birikim miktarının hesaplanmasında (Castedo-Dorado vd., 2012; Pancoast, 2018) kullanılmaktadır. Bu nedenle, ülkemizde tek ağaç ve meşcere hacminin gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmesine imkân veren, hasılat ve büyüme modellerine entegre edilebilen güvenilir hacim tahmin modellerine ihtiyaç duyulmaktadır (de-Miguel vd., 2012). Ancak, günümüzde kullanılmakta olan geleneksel ağaç hacim tabloları, değişen ve gelişen ürün ve pazar şartlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Pek çok araştırmacı, uyumlu gövde çapı ve hacim modellerinin, değişen pazar ve ürün standartlarının karşılanması için en doğru ve modern yaklaşım tarzlarından biri olduğunu ifade etmektedir (Jiang vd., 2005; Li ve Weiskittel, 2010; Özçelik ve Crecente-Campo, 2016).

Yüzyılı aşkın bir süredir basit gövde çapı modellerinden (Kozak vd., 1969; Ormerod, 1973; Biging, 1984) daha karmaşık parçalı gövde çapı modelleri formuna (Max ve Burkhart, 1976—MB76; Cao vd., 1980; Parresol vd., 1987—PA87; Clark vd., 1991—CL91; Jiang vd., 2005—JI05; Fang vd., 2000; Poudel vd., 2018) çok fazla sayıda gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Ülkemizde de farklı araştırmacılar tarafından gövde profili modelleri geliştirilmiştir (Sakıcı vd., 2008; Brooks vd., 2008; Ercanlı vd., 2014; Özçelik ve Cao, 2017; Sakıcı ve Özdemir, 2018; Şenyurt ve Ercanlı, 2019). Figueiredo-Filho vd. (1996), taeda çamı plantasyonları için MB76, PA87 ve CL91'i de içeren beş farklı gövde çapı modelini gövde çapı tahminleri için karşılaştırmış ve hem çap hem de gövde hacmi tahminleri için en başarılı sonuçların CL91 ile elde edildiğini ortaya koymuştur. Jiang vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada MB76, CL91 ve CL91'in değiştirilmiş bir formu olan JI05 parçalı gövde çapı modelleri kullanılarak Amerikan lale ağacı (*Liriodendron tulipifera* L.) için uyumlu gövde hacmi ve gövde çapı denklemleri geliştirilmiştir. Bu denklemler kullanılarak elde edilen çap ve hacim tahminleri tüm gövde ve gövdenin farklı bölümleri için tahmin performansları açısından karşılaştırılmış ve en başarılı sonuçlar JI05 ile elde edilmiştir. Sakıcı vd. (2008), Karadeniz göknarı için gövde çapı tahminleri amacıyla değişik formlarda gövde çapı modellerini test etmiştir. En başarılı tahminlerin Kozak (1988) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli ile elde edildiği belirlenmiştir. Li ve Weiskittel (2010), Kuzey Amerika'nın Acadian Bölgesinin asli çam türleri için gövde çapı ve gövde hacmi tahmin modelleri geliştirmiştir. Çalışmada, 10 farklı parçalı ve değişken şekil gövde çapı modeli kullanılmıştır. Gövde çapı tahminlerinde en başarılı sonuçlar Kozak (2004) ve Bi (2000) ile elde edilmişken; gövde hacim tahminlerinde en başarılı sonuçlar CL91 ile elde edilmiştir. Özçelik ve Brooks (2012) tarafından Türkiye'nin önemli asli ağaç türleri için (Kızılçam, Karaçam, Toros sediri, Toros göknarı ve sarıçam) MB76 ve CL91 parçalı gövde çapı modelleri kullanılarak uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modelleri geliştirilmiştir. Çalışmada gövde çapı ve toplam gövde hacmi tahminleri hem tüm gövde hem de gövdenin farklı bölümleri için değerlendirilmiş ve en başarılı sonuçlar CL91 ile elde edilmiştir. Özçelik ve Crecente-Campo (2016) tarafından farklı formlardaki gövde çapı modelleri, sedir ağaçlarının gövde çapı, ticari hacim ve toplam gövde hacmi tahminleri için karşılaştırılmıştır. En başarılı sonuçların CL91 ile elde edildiği görülmüştür. Tang vd. (2016), Çin'deki göknar plantasyonları için uyumlu gövde çapı ve meşcere düzeyinde ticari hacim modelleri geliştirmiştir. Bu amaçla Fang vd. (2000) tarafından

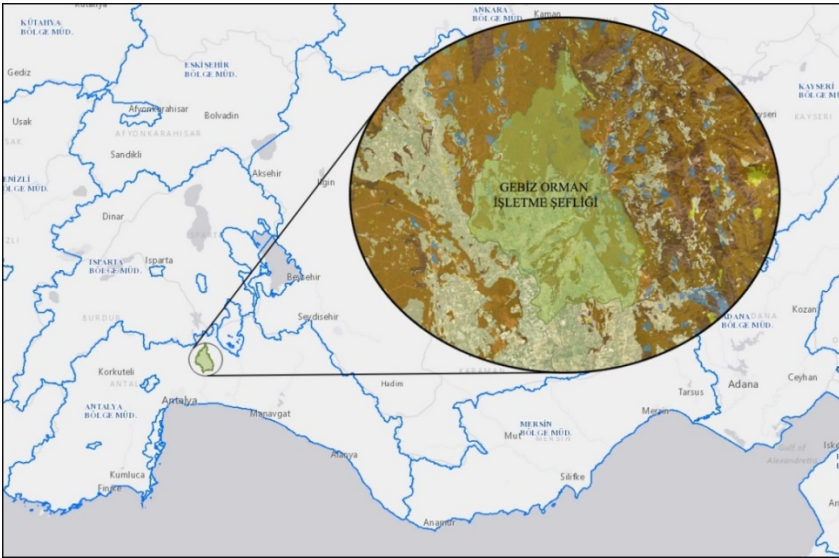
önerilen parçalı gövde çapı modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, uyumlu gövde çapı modeli ile oldukça başarılı çap ve gövde hacmi tahminleri yapılabildiği rapor edilmiştir. Hussain vd. (2020), Kuzeydoğu Çin'in üç aslı çam türü için gövde çapı modelleri geliştirmişlerdir. Bu amaçla iki farklı gruptan çok yaygın kullanılan beş farklı gövde çapı modeli karşılaştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda, CL91'in gövde çapı, ticari hacim ve toplam gövde hacmi tahminlerinde diğer modellere göre daha başarılı olduğu ortaya konmuştur. Hussain vd. (2021) tarafında yapılan çalışmada ise, Kore ladini (*Picea koraiensis* Nakai) ve Mançurya göknarı (*Abies nephrolepis* Maxim) türleri için parçalı ve değişken şekil gövde çapı model formlarından modeller kullanılarak gövde çapı, ticari hacim ve toplam gövde hacmi tahminleri açısından karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan ölçüt değerleri itibariyle en başarılı sonuçlar CL91 ile elde edilmiştir.

Bu çalışmada, Antalya-Gebiz yöresi doğal kızılçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacmi denklemleri geliştirilmiştir. Bu kapsamda, gövde çapı ve gövde hacim tahminleri amacıyla yaygın olarak kullanılan dört farklı parçalı gövde çapı modeli kullanılmış ve elde edilen sonuçlar tüm gövde ve gövdenin on farklı bölümü için değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Uyumlu gövde hacmi ve gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla gerekli örnek ağaç verileri, Antalya-Gebiz Yöresi doğal kızılçam meşcerelerinden 2020- 2021 yıllarında toplanmıştır (Şekil 1). Örnek ağaçlar, meşcere içerisindeki hâkim ve yarı hâkim ağaçlar arasından seçilmiştir. Tepesi kırık, gövdesi çatallı, azman yapmış ve gövde formu bozuk ağaçların örnek ağaç olarak seçilmemesine özen gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmaların yürütüldüğü Antalya-Gebiz Yöresi

Bu kapsamda toplam 204 adet örnek ağaçta ölçümler gerçekleştirilmiş, rastgele yöntemle bu ağaçların yaklaşık %75'i (157 ağaç) model geliştirmek, %25'lik (47 ağaç) kısmı ise geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla iki gruba ayrılmıştır. Model geliştirme ve geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılan örnek ağaçlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1
Örnek ağaç verileri için tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	Ortalama	S.D.	Minimum	Maksimum
Model Geliştirme Verisi (n=157 ağaç)				
DBH (cm)	38,08	7,46	11,80	59,70
Toplam ağaç boyu (m)	22,67	2,51	9,00	28,00
Kesit çapı (cm)	23,24	11,74	1,00	62,30
Kesit boyu (m)	10,82	6,53	0,30	27,30
Toplam ağaç hacim (m ³)	1,125	0,50	0,033	3,068
Model Test Verisi (n=77 ağaç)				
DBH (cm)	24,52	12,33	9,50	56,20
Toplam ağaç boyu (m)	23,17	8,40	6,00	28,00
Kesit çapı (cm)	24,52	12,33	1,60	63,00
Kesit boyu (m)	10,97	6,62	0,30	26,30
Toplam ağaç hacmi (m ³)	1,275	0,57	0,019	3,031

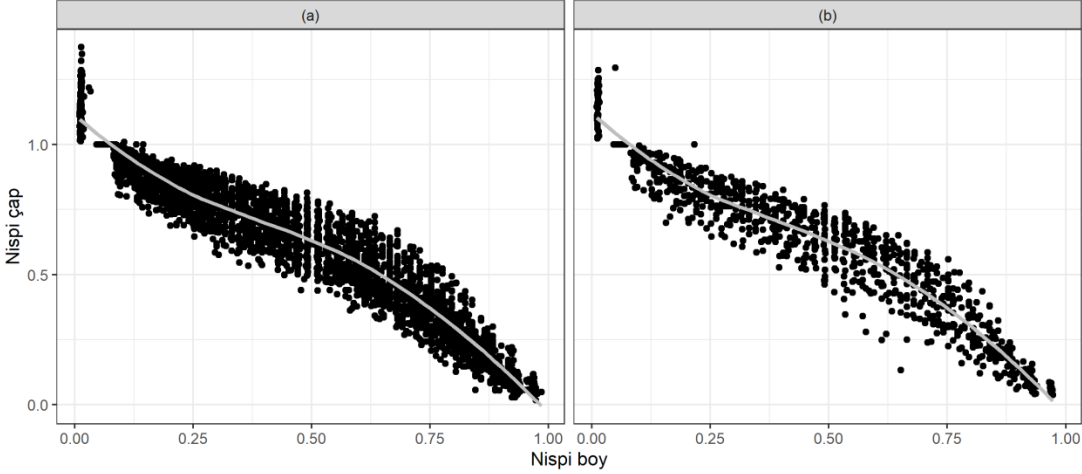
Çalışma kapsamında kullanılan örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2
Örnek ağaçların (Model geliştirme ve Model test verileri) çap ve boy basamaklarına dağılımı*

Çaplar (cm)	Boylar (m)											Σ	
	7	9	11	15	17	19	21	23	25	27	29		
10	(1)	1											1 (1)
14			1										1
18				1									1
26					2	4 (2)	5	1	(1)				12 (3)
30						1 (1)	12 (3)	2 (1)					15 (5)
34						1 (1)	13 (3)	18 (5)	6 (1)	2			40 (10)
38					1	1	8 (1)	19 (5)	3 (2)			1	33 (8)
42							1	6 (2)	11 (4)	5 (1)	1		24 (7)
46						1	1	3 (2)	4 (2)	4			13 (4)
50							2	4	4 (3)	1 (2)			11 (5)
54									2 (1)	2 (1)	(1)		4 (3)
58									1	(1)	1		2 (1)
Σ	(1)	1	1	1	3	8 (4)	42 (7)	53 (15)	31 (14)	14 (5)	3 (1)		157 (47)

* Model test verileri parantez içerisinde gösterilmiştir.

Örnek ağaçların nispi çap – nispi boy grafikleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Örnek ağaçlar üzerinde önce dikili halde göğüs çapları ölçülmüş, ağaçlar kesildikten sonra ise şerit metre yardımı ile toplam ağaç boyları ölçülmüş, gövde üzerindeki çap değerleri ise dijital çap ölçer kullanılarak sırasıyla 0,3, 1,3, 2,3 ve ağaç uç tomurcuğuna kadar 1 metre aralıkla ölçülmüştür. Çap ölçümleri, 0,1 cm hassasiyetle, birbirine dik olarak yapılan iki ölçümün aritmetik ortalaması alınarak; boy ölçümleri ise 5 cm hassasiyetle gerçekleştirilmiştir. Örnek ağaçlara ilişkin gövde hacimleri, Bailey (1995) tarafından önerilen “overlapping bolt” yöntemi ile tahmin edilmiştir.



Şekil 2. Model geliştirme (a) ve model test (b) verileri için nispi çap-nispi boy grafikleri

2.2. Metot

2.2.1. Gövde Profili Modelleri

Çalışma kapsamında Max ve Burkhart (1976), Parresol vd. (1987), Clark vd. (1991) ve Jiang vd. (2005) tarafından geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılan dört farklı parçalı gövde çapı modeli değerlendirilmiştir. Clark vd. (1991) ve Jiang vd. (2005) tarafından geliştirilen modeller, ağaçların göğüs çapı ve toplam ağaç boyuna ek olarak 5,3 m yükseklikteki çap değerinin de bilinmesi gerekmektedir. Gövde çapı modellerine ilişkin detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

MB76 (Max ve Burkhart, 1976)

MB76, ağaç gövdesindeki değişimi 3 farklı geometrik şekille açıklamaktadır. Bu kapsamda, ağaç gövdesinin dip kısmı nayloid, orta kısmı kesik paraboloid ve uç kısmı ise koni olarak tanımlanmaktadır. Bu farklı geometrik şekiller ise iki farklı katılma noktası ile tek bir formülde birleştirilmektedir.

$$d^2 = D^2(b_1(Z - 1) + b_2(Z^2 - 1) + b_3(a_1 - Z)^2 I_1 + b_4(a_2 - Z)^2 I_2) \quad (2.1)$$

Burada,

$$I_i = \begin{cases} 1 & Z \leq a_i \\ 0 & Z > a_i \end{cases} \quad i = 1, 2 \quad Z = \frac{h}{H}$$

h = ölçüm noktasının yerden yüksekliği (m),

H = toplam ağaç boyu (m),

D = kabuklu göğüs çapı (cm),

d = h yüksekliğindeki kabuklu göğüs çapı (cm),

a_i = bükülme noktaları, $i = 1, 2$,

b_i = regresyon katsayıları, $i = 1, 4$.

Gövde hacim denklemi MB76 gövde çapı modelinin integralinin alınması ile aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$V = KD^2H \left\{ \begin{array}{l} \frac{b_2}{3}(Z_u^3 - Z_l^3) + \frac{b_1}{2}(Z_u^2 - Z_l^2) - (b_1 + b_2)(Z_u - Z_l) \\ -\frac{b_3}{3}[(a_1 - Z_u)^3 J_1 - (a_1 - Z_l)^3 K_1] \\ -\frac{b_4}{3}[(a_2 - Z_u)^3 J_2 - (a_2 - Z_l)^3 K_2] \end{array} \right\} \quad (2.2)$$

Burada

$$Z_l = \frac{h_l}{H}, \quad Z_u = \frac{h_u}{H}, \quad K = 0.0000785$$

h_l = ilgilenilen en düşük boy (m) , h_u = ilgilenilen en yüksek boy (m)

$$J_i = \begin{cases} 1 & Z_u \leq a_i \\ 0 & Z_u > a_i \end{cases} \quad i = 1, 2 \quad K_i = \begin{cases} 1 & Z_l \leq a_i \\ 0 & Z_l > a_i \end{cases} \quad i = 1, 2$$

PA87 (Parresol vd., 1987)

$$d^2 = D^2[z^2(b_1 + b_2z) + (z - a)^2[b_3 + b_4(z + 2a)]I] \quad (2.3)$$

Burada

$$I_i = \begin{cases} 1 & Z \leq a_i \\ 0 & Z > a_i \end{cases} \quad i = 1, 2$$

Gövde hacim modeli ise PA87'ni integrali ile aşağıdaki şekilde elde edilmektedir:

$$V = KD^2H \left\{ \begin{array}{l} (b_1/3)(z_l^3 - z_u^3) + (b_2/4)(z_l^4 - z_u^4) + \\ (b_3/3)[(z_l - a)^3 I_l - (z_u - a)^3 I_u] + \\ (b_4/4) \begin{bmatrix} (z_l^4 - 6a^2 z_l^2 + 8a^3 z_l) I_l \\ -(z_u^4 - 6a^2 z_u^2 + 8a^3 z_u) I_u \end{bmatrix} \end{array} \right\} \quad (2.4)$$

Burada

$$I_i = \begin{cases} 1 & Z_l \leq a \\ 0 & Z_l > a_i \end{cases} \quad i = l, u$$

CL91 (Clark vd. 1991)

CL91 ise; Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli ile Schlaegel (1983) tarafından geliştirilen gövde çapı modelinin kombine edilmesi ile elde edilmiştir. Bu model, ağaç gövdesini dört farklı parçada incelemektedir. Bunlar,

- 0,30 m – 1,30 m arasında kalan dip bölümü
- 1,30 – 5,30 m arasındaki alt gövde bölümü
- 5,30 m ile toplam ağaç boyunun yüzde 40-70'lik bölümünü kapsayan orta gövde bölümü
- Ağaç boyunun yüzde 40-70'inden ağacın tepe kısmına kadar olan üst gövde bölümüdür.

$$d = \left\{ \begin{aligned} & I_S \left(D^2 \left(1 + \frac{(b_2 + b_3/D^3)(1 - h/H)^{b_1} - (1 - 1,30/H)^{b_1}}{1 - (1 - 1,30/H)^{b_1}} \right) \right) + \\ & I_B \left(D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1 - 1,30/H)^{b_4} - (1 - h/H)^{b_4})}{(1 - 1,30/H)^{b_4} - (1 - 5,30/H)^{b_4}} \right) + \\ & I_T \left(F^2 \left(b_6 \left(\frac{h - 5,30}{H - 5,30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1 - b_6}{b_5^2} \right) \left(b_6 - \frac{h - 5,30}{H - 5,30} \right)^2 \right) \right) \end{aligned} \right\}^{0.5} \tag{2.5}$$

Burada

b_1, b_2 ve b_3 = Gövdenin 1,3 m'nin altında kalan kısmı için regresyon katsayıları.

b_4 = Gövdenin 1,3-5,3 m arasında kalan kısmı için regresyon katsayıları.

b_5 ve b_6 = Gövdenin 5,3 m'nin üzerinde olan kısmı için regresyon katsayıları.

F = 5,3 m yükseklikteki gövde çapı değeri (cm)

F değeri ya da ağacın 5,30 m yükseklikteki çap değeri, arazide ölçüm yolu ile elde edilebileceği gibi ağacın göğüs çapı ve boyunun bir fonksiyonu olarak aşağıda verilen eşitlik yardımı ile de bulunabilmektedir.

$$F_{d0b5.3} = D(b_1 + b_2(5,30/H)^2) \tag{2.6}$$

Clark vd. (1991) tarafından geliştirilen gövde profili modeli kapsamında kullanılan dört indikatör değişken aşağıda tanımlanmıştır.

$$I_S = \begin{cases} 1 & h < 1,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}, \quad I_B = \begin{cases} 1 & 1,30 \leq h < 5,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases},$$

$$I_T = \begin{cases} 1 & h > 5,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}, \quad I_M = \begin{cases} 1 & h < (5,30 + b_5(H - 5,30)) \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases},$$

Hacim tahminleri ise, bu modelin türevinin alınması ile elde edilen denklem ile gerçekleştirilmektedir.

$$V = k \left\{ \begin{aligned} & I_1 D^2 \left[(1 - GW)(U_1 - L_1) + \frac{W((1 - L_1/H)^{b_1}(H - L_1) - (1 - U_1/H)^{b_1}(H - U_1))}{(b_1 + 1)} \right] \\ & + I_2 I_3 \left[T(U_2 - L_2) + \frac{Z((1 - L_2/H)^{b_4}(H - L_2) - (1 - U_2/H)^{b_4}(H - U_2))}{(b_4 + 1)} \right] \\ & + I_4 F^2 \left[\begin{aligned} & b_6(U_3 - L_3) - \frac{b_6((U_3 - 5,30)^2 - (L_3 - 5,30)^2)}{(H - 5,30)} \\ & + \frac{b_6/3((U_3 - 5,30)^3 - (L_3 - 5,30)^3)}{(H - 5,30)^2} \\ & + \frac{I_5(1/3)(1 - b_6/b_5^2)(b_5(H - 5,30) - (L_3 - 5,30))^3}{(H - 5,30)^2} \\ & - \frac{I_6(1/3)(1 - b_6/b_5^2)(b_5(H - 5,30) - (U_3 - 5,30))^3}{(H - 5,30)^2} \end{aligned} \right] \end{aligned} \right\} \tag{2.7}$$

Burada

$$G = (1 - \frac{1,30}{H})^{b_1}, W = \frac{b_2 + \frac{b_3}{D^3}}{1-G}, X = (1 - 1,30/H)^{b_2}, Y = (1 - 5,30/H)^{b_2}, T = D^2 - ZX,$$

$$Z = \frac{D^2 - F^2}{X - Y}, L_1 = \max(L, 0,30), L_2 = \max(L, 1,30), L_3 = \max(L, 5,30),$$

$$U_1 = \min(U, 1,30), U_2 = \min(U, 5,30) \text{ ve } U_3 = \min(U, H),$$

$$I_1 = \begin{cases} 1 & L < 1,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}, I_2 = \begin{cases} 1 & L < 5,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}, I_3 = \begin{cases} 1 & U > 1,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases} \text{ ve } I_4 = \begin{cases} 1 & U > 5,30 \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases},$$

$$I_5 = \begin{cases} 1 & (L_3 - 5,30) < b_5(H - 5,30) \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases}, I_6 = \begin{cases} 1 & (U_3 - 5,30) < b_5(H - 5,30) \\ 0 & \text{aksi halde} \end{cases},$$

$$k = 0.0000785$$

Bu modelde kullanılan diğer terimler daha önceki denklemlerde açıklandığı için tekrar verilmemiştir.

J105 (Jiang vd., 2005)

Bu model Jiang vd. (2005) tarafından, CL91 modelinde yapılan bazı değişikliklerle elde edilmiştir.

$$d = \left\{ \begin{aligned} & I_5 \left(D^2 \left(1 + \frac{(1 - h/H)^{b_1} - (1 - 1,30/H)^{b_1}}{1 - (1 - 1,30/H)^{b_1}} \right) \right) + \\ & I_B \left(D^2 - \frac{(D^2 - F^2)((1 - 1,30/H)^{b_4} - (1 - h/H)^{b_4})}{(1 - 1,30/H)^{b_4} - (1 - 5,30/H)^{b_4}} \right) + \\ & I_T \left(F^2 \left(b_6 \left(\frac{h - 5,30}{H - 5,30} - 1 \right)^2 + I_M \left(\frac{1 - b_6}{b_5^2} \right) \left(b_5 - \frac{h - 5,30}{H - 5,30} \right)^2 \right) \right) \end{aligned} \right\}^{0.5} \tag{2.8}$$

Hacim denklemi ise J105 denkleminin gövdenin iki noktası arasındaki integrali alınarak elde edilmiştir.

$$V = k \left\{ \begin{aligned} & I_1 D^2 \left[(1 - GW_1)(U_1 - L_1) + \frac{W_1((1 - L_1/H)^{b_1}(H - L_1) - (1 - U_1/H)^{b_1}(H - U_1))}{(b_1 + 1)} \right] \\ & + I_2 I_3 \left[T(U_2 - L_2) + \frac{Z((1 - L_2/H)^{b_4}(H - L_2) - (1 - U_2/H)^{b_4}(H - U_2))}{(b_4 + 1)} \right] \\ & + I_4 F^2 \left[\begin{aligned} & b_6(U_3 - L_3) - \frac{b_6((U_3 - 5,30)^2 - (L_3 - 5,30)^2)}{(H - 5,30)} \\ & + \frac{b_6/3((U_3 - 5,30)^2 - (L_3 - 5,30)^2)}{(H - 5,30)} \\ & + \frac{I_5(1/3)((1 - b_6)/b_5^2)(b_5(H - 5,30) - (L_3 - 5,30))^3}{(H - 5,30)^2} \\ & - \frac{I_6(1/3)((1 - b_6)/b_5^2)(b_5(H - 5,30) - (U_3 - 5,30))^3}{(H - 5,30)^2} \end{aligned} \right] \end{aligned} \right\} \tag{2.9}$$

$W_1 = \frac{1}{1} - G$ ’dir. Diğer tüm değişkenler daha önce açıklanmıştır.

2.2.2. Model Değerlendirme Kriterleri

Çalışma kapsamında geliştirilen modellerinin tahmin performansları, Ortalama Fark (MD), Tahminlerin Standart Hatası (SEE) ve Uyum İndeksi (FI) ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu ölçütlere ilişkin matematiksel formüller aşağıda verilmiştir.

$$MD = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (2.10)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - k}} \quad (2.11)$$

$$FI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.12)$$

$$MD = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (2.13)$$

Burada, Y_i , ölçülen değerleri; \hat{Y}_i , tahmin edilen değerleri ve \bar{Y} ise gözlemlenen değerlerin ortalamasını; n , toplam gözlem sayısı ve k , tahmin edilen parametre sayısını ifade etmektedir.

Gövde çapı ve gövde hacim modellerindeki hataları eş zamanlı minimize etmek amacıyla, her iki denklem de görünürde uyum regresyon (SUR) prosedürü kullanılarak SAS PROC MODEL’de eş zamanlı çözülmüştür (SAS Institute, 2008). Tüm parametreler, gövde çapı ve hacim denkleminde paylaştırılmıştır. Veri yapısındaki ilişkili hata yapısı, SAS MODEL yönteminde dikkate alınmamıştır. Williams ve Reich (1997) ve Kozak (1997), otoregresif hata yapısının, modelin tahmin başarısını olumsuz olarak etkileyebileceğini, ancak modelin tahmin başarısı üzerindeki bu etkinin, göz ardı edilebilecek kadar küçük olduğu belirtilmişlerdir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Gövde Çapı Modelleri

Gövde çapı ve gövde hacim modelleri için parametre tahminleri Tablo 3’te verilmiştir. Tüm parametreler $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 3
Modellere ilişkin parametre tahminleri ve standart hata değerleri

Parametreler	Uyumlu gövde çapı ve hacim modelleri			
	MB76	PA87	CL91	J105
a_1	0,7574 (0,0079)	0,7803 (0,0064)		
a_2	0,1664 (0,0054)			
b_1	-4,2814 (0,0959)	2,3926 (0,0240)	9,5691 (2,0557)	59,7068 (1.1435)
b_2	2,1514 (0,0512)	-1,6704 (0,0368)	0,3106 (0,0162)	
b_3	-2,1182 (0,0498)	11,1170 (0,6288)	3171,614 (561,3)	
b_4	13,2608 (1,0025)	0,0004 (0,0007)	7,6731 (0,2551)	7,8644 (0,2631)
b_5			0,6592 (0,0064)	0,6595 (0,0065)
b_6			1,8228 (0,0165)	1,8284 (0,0169)

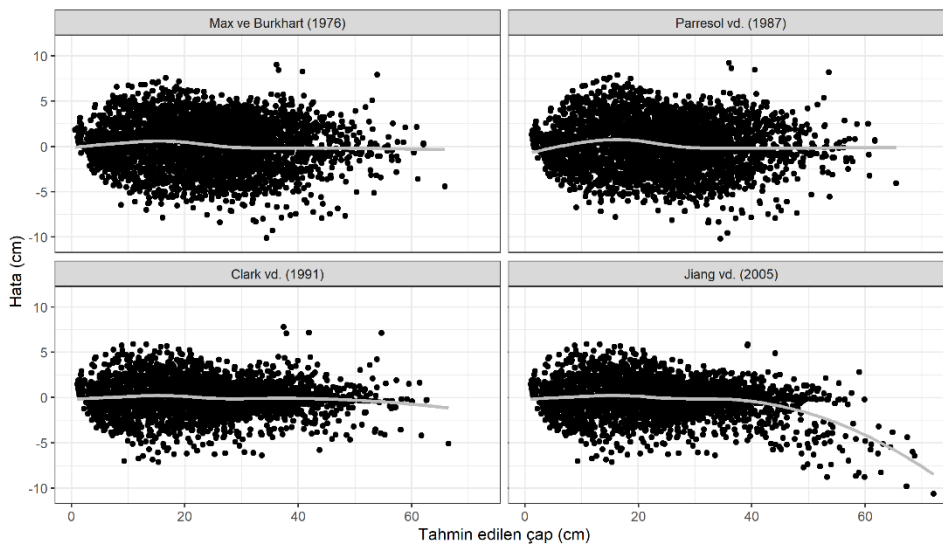
Gövde çapı ve gövde hacim modelleri için değerlendirme istatistikleri (MD, SEE ve FI) ise Tablo 4'te verilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen tüm gövde çapı modelleri de çap tahminlerinde varyasyonun %94'ten fazlasını açıklayabilmektedir. Tahminlerin standart hatası ise 2,8 cm'den daha azdır. Modellerin çap tahminlerindeki performansları ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise en başarılı sonuçların CL91 ile elde edildiği ve bu modelin çap tahmininde toplam varyasyonun %97,8'den fazlasını açıklayabildiği; çap tahminlerinin standart hata değerinin 1,8 cm'den daha az olduğu görülmektedir. MB76 ve PA87'nin çap tahminleri açısından benzer tahmin performansları gösterdiği, çap tahminlerindeki varyasyonu açıklayabilme yüzdelerinin sırasıyla MB76 ve PA87 için %95,06 ve %94,93; tahminlerin standart hata değerlerinin ise 2,7 cm olduğu görülmüştür.

Şekil 3'te gövde çapı modelleri ile elde edilen çap tahminlerine ilişkin hata dağılımları gösterilmektedir. Şekil 3 incelendiğinde, CL91 ve JI05 ile elde edilen hata dağılımlarının daha homojen ve sıfır çizgisi civarında dağıldığı görülmektedir. Bununla birlikte JI05, çap tahminlerinde özellikle büyük çap değerleri için negatif yönde önemli bir sapma göstermektedir.

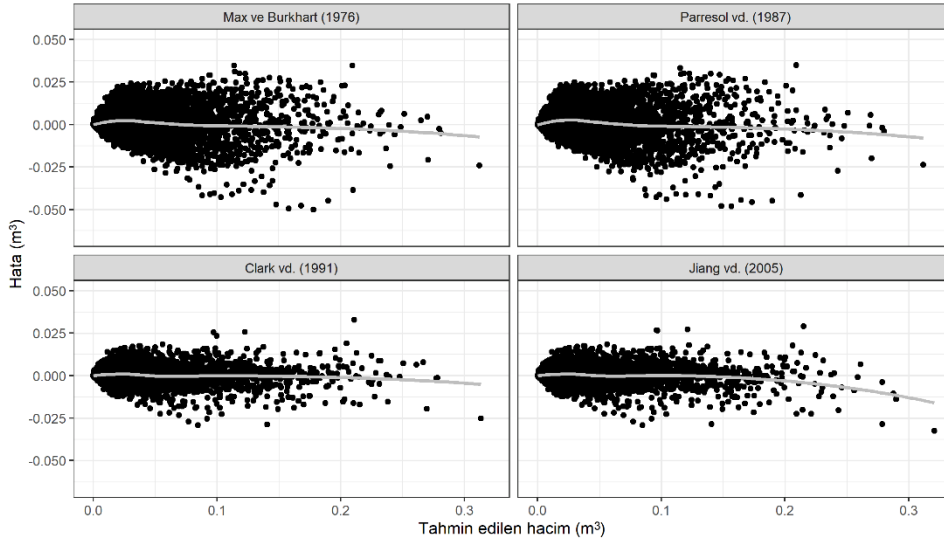
Tablo 4

Kızılçam için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemlerine ilişkin ölçüt değerleri

Modeller	MD	SEE	FI
MB76			
Gövde Çapı (cm)	0,1670	2,6571	0,9506
Hacim (m ³)	0,0008	0,0101	0,9512
PA87			
Gövde Çapı (cm)	0,1762	2,6903	0,9493
Hacim (m ³)	0,0008	0,0102	0,9505
CL91			
Gövde Çapı (cm)	0,0138	1,7560	0,9784
Hacim (m ³)	0,0003	0,0054	0,9860
JI05			
Gövde Çapı (cm)	-0,0934	1,8652	0,9756
Hacim (m ³)	0,0003	0,0055	0,9855



Şekil 3. Test edilen modellerin gövde çapı tahminlerine ilişkin hata dağılımları



Şekil 4. Test edilen modellerin hacim tahminlerine ilişkin hata dağılımları

3.2. Gövde Hacim Modelleri

Çalışma kapsamında test edilen dört farklı modelin gövde hacmi tahminindeki başarı performansları Tablo 4'te gösterilmiştir. Geliştirilen dört farklı model de hacim tahminlerinde toplam varyasyonun %95'ten fazlasını açıklayabilmektedir. Tahminlerin standart hatası değerleri ise $0,02 \text{ m}^3$ 'ten daha az bulunmuştur. Modellerin hacim tahminindeki performansları ayrı ayrı değerlendirildiğinde de en başarılı sonuçların CL91 ile elde edildiği ve bu model ile hacim tahminlerindeki toplam varyasyonun %98,6'dan fazlasının açıklanabildiği, hacim tahminindeki standart hatanın ise $0,0054 \text{ m}^3$ 'ten daha az olduğu görülmektedir. MB76 ve PA87 modelleri ağaç hacim tahminlerinde de benzer performanslar göstermekte olup, MB76 ve PA87 için toplam varyasyonu açıklama oranları sırasıyla %95,12 ve %95,05; tahminlerin standart hatasının ise sırasıyla $0,0101 \text{ m}^3$ ve $0,0102 \text{ m}^3$ olduğu belirlenmiştir. JI05 ile elde edilen sonuçlar ise CL91'den nispeten daha kötü, MB76 ve PA87'den ise daha iyidir. Şekil 4'te test edilen gövde çapı modellerinin gövde hacmi tahminleri açısından hata dağılımları verilmiştir. CL91 ve JI05 modelleri ile elde edilen dağılımların daha homojen ve sıfır çizgisine yakın olduğu; MB76 ve PA87 ile elde edilen hata dağılımlarının ise kısmen daha heterojen yapıda olduğu görülmektedir.

3.3. Nispi Boy Sınıfları (RH) İçin Gövde Çapı Denklemlerinin Değerlendirilmesi

Gövde çapı ve gövde hacim modellerinin gövdenin değişik bölümlerindeki tahmin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla, ağaç gövdesi 10 eşit parçaya bölünmüş ve gövde çapı ve gövde hacim tahminleri için ölçüt değerleri, her bir nispi boy sınıfı için hesaplanmıştır. Her bir nispi boy sınıfı için modellerin gövde çapı ve gövde hacim tahminlerindeki başarısını gösteren ölçüt değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

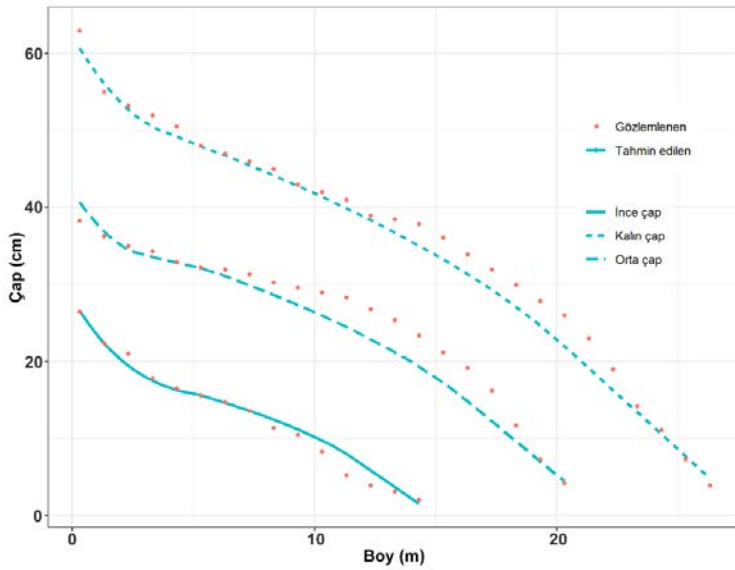
Gövde çapı ve gövde hacim tahminleri için farklı nispi boy (RH) sınıfları için MD ve SEE değerleri

Nispi Boy	n	MB76		PA87		CL91		JI05	
		MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)
0,0-0,1	406	0,4385	2,0633	0,4030	2,1363	-0,0558	1,7404	-1,0045	2,5452
0,1-0,2	349	0,3361	2,1209	0,4225	2,1397	0,0779	1,0113	0,1061	1,0082
0,2-0,3	350	-0,1257	2,5893	0,0885	2,5934	-0,0613	0,6906	-0,0574	0,6914
0,3-0,4	379	-0,2084	2,9474	-0,4108	2,9782	-0,2523	1,1756	-0,2520	1,1742
0,4-0,5	370	0,0740	2,9234	-0,1156	2,9341	-0,0989	1,5467	-0,0990	1,5447
0,5-0,6	359	0,3387	3,1371	0,4322	3,1489	0,1639	1,8922	0,1630	1,8895
0,6-0,7	353	0,4805	3,2675	0,8740	3,3286	0,3440	2,3448	0,3419	2,3412

Tablo 5

Gövde çapı ve gövde hacim tahminleri için farklı nispi boy (RH) sınıfları için MD ve SEE değerleri (devam ediyor)

		MB76		PA87		CL91		JI05	
Gövde çapı tahminleri									
Nispi Boy	n	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)
0,7-0,8	374	0,4136	3,0044	0,6775	3,0376	0,3965	2,5279	0,3929	2,5241
0,8-0,9	361	-0,1990	2,2930	-0,4547	2,3522	-0,2838	2,1797	-0,2863	2,1771
0,9-1,0	224	0,0660	1,3348	-0,3366	1,3905	-0,1270	1,4299	-0,1280	1,4270
Tümü	3.525	0,1670	2,6571	0,1762	2,6903	0,0138	1,7760	-0,0934	1,8652
		FI	0,9506	FI	0,9493	FI	0,9784	FI	0,9756
Gövde hacim tahminleri									
Nispi Boy	n	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)	MD (cm)	SEE (cm)
0,6-0,7	406	0,0018	0,0093	0,0010	0,0094	0,0002	0,0070	0,0001	0,0076
0,7-0,8	349	0,0016	0,0121	0,0027	0,0123	0,0009	0,0041	0,0010	0,0041
0,8-0,9	350	-0,0006	0,0135	-0,0002	0,0135	-0,0005	0,0036	-0,0005	0,0036
0,9-1,0	379	-0,0006	0,0134	-0,0016	0,0136	-0,0010	0,0054	-0,0010	0,0054
0,6-0,7	370	0,0009	0,0120	0,0003	0,0120	0,0001	0,0066	0,0001	0,0066
0,7-0,8	359	0,0017	0,0111	0,0022	0,0112	0,0010	0,0070	0,0010	0,0070
0,8-0,9	353	0,0016	0,0091	0,0028	0,0093	0,0013	0,0068	0,0013	0,0068
0,9-1,0	374	0,0010	0,0059	0,0014	0,0060	0,0010	0,0051	0,0010	0,0051
0,6-0,7	361	-0,0001	0,0025	-0,0004	0,0026	-0,0001	0,0024	-0,0002	0,0024
0,7-0,8	224	0,0001	0,0006	-0,0001	0,0005	-0,0001	0,0006	-0,0000	0,0006
Tümü	3.525	0,0008	0,0101	0,0008	0,0102	0,0003	0,0054	0,0003	0,0055
		FI	0,9512	FI	0,9505	FI	0,9860	FI	0,9855



Şekil 5. CL91 ile ince, orta ve kalın çaplı ağaçlar için oluşturulan gövde profilleri

Şekil 5'te ise gövde çapı ve gövde hacim tahminleri açısından en başarılı sonuçları üreten CL91 ile ince, orta ve kalın çap sınıflarından birer ağaç için çap tahminlerindeki başarı durumu görsel olarak da gösterilmiştir. Her üç çap sınıfı için de CL91 ile elde edilen çap tahminlerinin ağacın alt ve kısmen orta bölümü ile uç bölümlerinde oldukça başarılı olduğu, üst orta kısmındaki tahminlerin ise nispeten daha başarısız oldukları görülmektedir. Ancak kızılçam ağaçlarının özellikle alt ve alt orta kısımlarının (0-10 m arası) ekonomik açıdan daha değerli olduğu düşünüldüğünde, CL91 ile başarılı çap tahminlerinin yapıldığı söylenebilir.

Dört farklı gövde çapı modeli ile model test verileri için elde edilen toplam gövde hacmi tahminleri ile amenajman planında kızılçam için verilen tek girişli hacim tablosundan model test verileri için elde edilen hacim tahminleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalara ilişkin ölçüt değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Geliştirilen dört modelle de ortalama hata ve tahminlerin standart hatası değerleri bakımından yöresel hacim

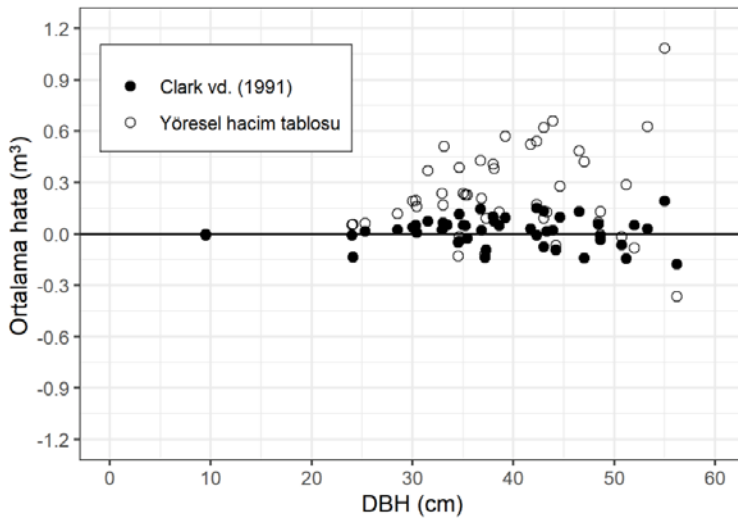
tablosuna göre daha başarılı hacim tahminleri yapılabildiği görülmüştür. En başarılı tahminlerin CL91 ile elde edildiği söylenebilir.

Tablo 6

Test edilen modeller ve yöresel hacim tablosu ile toplam gövde hacim tahminleri için MD ve SEE değerleri

Modeller	MD (m ³)	SEE (m ³)
MB76	-0,0320	0,2127
PA87	-0,0300	0,2120
CL91	0,0170	0,0854
JI05	0,0163	0,0856
Yöresel Hacim Tablosu	0,2305	0,3456

Şekil 6'da model test verileri için CL91 ile elde edilen gövde hacim tahminleri ile yöresel tek girişli hacim tablosu ile elde edilen toplam hacim tahminleri karşılaştırılmıştır. Yöresel hacim tablosu ile elde edilen hacim tahminlerinin, CL91 ile elde edilen hacim tahminlerine göre daha yüksek hata değerleri ürettiği görülmektedir. CL91 ile elde edilen hata değerlerinin tüm çap sınıfları için nispeten homojen bir dağılıma sahip olduğu, yöresel hacim tablosu ile elde edilen tahminlerin ise farklı çap değerleri için heterojen bir yapı gösterdiği ve çap büyüdükçe hata miktarının arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. CL91 ve Yöresel Hacim Tablosu ile elde edilen gövde hacimleri için hataların dağılımı.

4. Sonuçlar

Bu çalışma ile Antalya-Gebiz Yöresi doğal kızılçam meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri geliştirilmiştir. Gövde hacmi ve gövde çapı modellerindeki hatalarının eş zamanlı minimize edilmesi amacıyla, modeller görünürde uyumuz regresyon (SUR) prosedürü kullanılarak eş zamanlı çözülmüştür. Kullanılan ölçüt değerleri itibarıyla gövde çapı ve gövde hacim tahminleri için en başarılı sonuçların CL91 ile elde edildiği; dolayısıyla CL91 kullanılarak ilgili yörede kızılçam için güvenilir gövde çapı ve gövde hacim tahminleri yapılabileceği ortaya konmuştur. CL91 ile elde edilen hacim tahminlerinin yöresel ağaç hacim tablosuna göre daha doğru sonuçlar ürettiği de görülmüştür. Bu nedenle, Antalya-Gebiz yöresi kızılçam meşcereleri için gerek amenajman planlarının hazırlanması sürecinde gerekse bilimsel amaçlı çalışmalarda güvenilir gövde çapı ve gövde hacim tahminlerine ihtiyaç duyulması halinde CL91 modeli tercih edilebilir ve CL91 için elde edilen parametre tahminleri güvenle kullanılabilir. Benzer şekilde, ülkemizde farklı yöreler ve ağaç türleri ile bilimsel çalışmalarda gövde çapı ve gövde hacim tahminlerine ihtiyaç duyulması halinde, başarılı tahminler yapılabilmesi amacıyla CL91 modelinin tercih edilmesi uygun olacaktır.

Yazar Katkıları

Mustafa Turgut: Analizi planlamış ve tasarlamıştır.

Mustafa Turgut, Ramazan Özçelik: Veri toplamış ve analizini yapmıştır.

Ramazan Özçelik, Onur Alkan: Çalışmanın istatistiksel analizlerini yapmış ve makaleyi yazmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Bailey, R. L. (1995). Upper stem volumes from stem analysis data: an overlapping bolts method. *Canadian Journal of Forest Research*, 25(1), 170-173.
- Bi, H. (2000). Trigonometric variable-form taper equations for Australian eucalypts. *Forest Science*, 46(3), 397-409.
- Biging, G. S. (1984). Taper equations for second-growth mixed conifers of Northern California. *Forest Science*, 30(4), 1103-1117.
- Brooks, J. R., Jiang, L. and Özçelik, R. (2008). Compatible stem volume and taper equations for Brutian pine, Cedar of Lebanon, and Cilicica fir in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 256(1-2), 147-151.
- Cao, Q. V., Burkhart, H. E. and Max, T. A. (1980). Evaluation of two methods for cubic-volume prediction of loblolly pine to any merchantable limit. *Forest Science*, 26(1), 71-80.
- Castedo-Dorado, F., Gómez-García, E., Diéguez-Aranda, U., Barrio-Anta, M. and Crecente-Campo, F. (2012). Aboveground stand-level biomass estimation: a comparison of two methods for major forest species in northwest Spain. *Annals of Forest Science*, 69(6), 735-746.
- Clark, A. (1991). *Stem profile equations for southern tree species* (Vol. 282). Southeastern Forest Experiment Station.
- Crecente-Campo, F., Alboreca, A. R. and Diéguez-Aranda, U. (2009). A merchantable volume system for *Pinus sylvestris* L. in the major mountain ranges of Spain. *Annals of forest science*, 66(8), 808.
- de-Miguel, S., Mehtätalo, L., Shater, Z., Kraid, B. and Pukkala, T. (2012). Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(7), 1383-1394.
- Diéguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Álvarez-González, J. G. and Rojo, A. (2006). Compatible taper function for Scots pine plantations in northwestern Spain. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(5), 1190-1205.
- Ercanlı, İ., Kurt, A. K. ve Bolat, F. (2014). Adana-Feke Kızılcım (*Pinus Brutia* Ten.) meşcereleri için gövde çapı ve gövde hacim denklemlerinin karışık etkili modelleme ile geliştirilmesinde bazı varyans yapılarının karşılaştırılması. I. *Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu*, 22, 24.
- Fang, Z., Borders, B. E., & Bailey, R. L. (2000). Compatible volume-taper models for loblolly and slash pine based on a system with segmented-stem form factors. *Forest Science*, 46(1), 1-12.
- Figueiredo-Filho, A., Borders, B. E. and Hitch, K. L. (1996). Taper equations for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 83(1-2), 39-46.
- Fortin, M., Schneider, R. and Saucier, J. P. (2013). Volume and error variance estimation using integrated stem taper models. *Forest Science*, 59(3), 345-358.
- Heiðarsson, L. and Pukkala, T. (2011). Taper functions for lodgepole pine (*Pinus contorta*) and Siberian larch (*Larix sibirica*) in Iceland.
- Hussain, A., Shahzad, M. K., Burkhart, H. E. and Jiang, L. (2021). Stem taper functions for white birch (*Betula platyphylla*) and costata birch (*Betula costata*) in the Xiaoxing'an Mountains, northeast China. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 94(5), 714-733.
- Hussain, A., Shahzad, M. K., He, P. and Jiang, L. (2020). Stem taper equations for three major conifer species of Northeast China. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(8), 562-576.
- Jiang, L., Brooks, J. R. and Wang, J. (2005). Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. *Forest ecology and management*, 213(1-3), 399-409.
- Jordan, L., Berenhaut, K., Souter, R. and Daniels, R. F. (2005). Parsimonious and completely compatible taper, total, and merchantable volume models. *Forest science*, 51(6), 578-584.

- Klos, R. J., Wang, G. G., Dang, Q. L. and East, E. W. (2007). Taper equations for five major commercial tree species in Manitoba, Canada. *Western Journal of Applied Forestry*, 22(3), 163-170.
- Kozak, A. (1988). A variable-exponent taper equation. *Canadian Journal of Forest Research*, 18(11), 1363-1368.
- Kozak, A. (1997). Effects of multicollinearity and autocorrelation on the variable-exponent taper functions. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(5), 619-629.
- Kozak, A. (2004). My last words on taper equations. *The Forestry Chronicle*, 80(4), 507-515.
- Kozak, A., Munro, D. D. and Smith, J. H. G. (1969). Taper functions and their application in forest inventory. *The Forestry Chronicle*, 45(4), 278-283.
- Li, R. and Weiskittel, A. R. (2010). Comparison of model forms for estimating stem taper and volume in the primary conifer species of the North American Acadian Region. *Annals of Forest Science*, 67(3), 302.
- Max, T. A. and Burkhart, H. E. (1976). Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22(3), 283-289.
- McTague, J. P. and Bailey, R. L. (1987). Simultaneous total and merchantable volume equations and a compatible taper function for loblolly pine. *Canadian Journal of Forest Research*, 17(1), 87-92.
- OGM (2020). Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri. <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> (05.02.2022).
- Ormerod, D. W. (1973). A simple bole model. *The Forestry Chronicle*, 49(3), 136-138.
- Özçelik, R. and Brooks, J. R. (2012). Compatible volume and taper models for economically important tree species of Turkey. *Annals of Forest Science*, 69(1), 105-118.
- Özçelik, R. and Cao, Q. V. (2017). Evaluation of fitting and adjustment methods for taper and volume prediction of black pine in Turkey. *Forest Science*, 63(4), 349-355.
- Özçelik, R. and Crecente-Campo, F. (2016). Stem taper equations for estimating merchantable volume of Lebanon cedar trees in the Taurus Mountains, Southern Turkey. *Forest Science*, 62(1), 78.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M. J., Wiant Jr, H. V. and Brooks, J. R. (2008). Comparative study of standard and modern methods for estimating tree bole volume of three species in Turkey. *Forest Products Journal*, 58(6), 73.
- Pancoast, A. D. (2018). Evaluation of Taper and Volume Estimation Techniques for Ponderosa Pine in Eastern Oregon and Eastern Washington.
- Parresol, B. R., Hotvedt, J. E. and Cao, Q. V. (1987). A volume and taper prediction system for bald cypress. *Canadian Journal of Forest Research*, 17(3), 250-259.
- Poudel, K. P., Temesgen, H. and Gray, A. N. (2018). Estimating upper stem diameters and volume of Douglas-fir and Western hemlock trees in the Pacific northwest. *Forest Ecosystems*, 5(1), 1-12.
- Rodríguez, F. and Lizarralde, I. (2009, April). Non-destructive measurement techniques for taper equation development. A study case for black pine (*Pinus nigra* Arn.) in the northern Iberic Range (Spain). In *Proceedings of the IUFRO Conference Forest, Wildlife and Wood Sciences for Society Development, Prague, Czech Republic* (pp. 16-18).
- Sakici, O. E., Misir, N., Yavuz, H. and Misir, M. (2008). Stem taper functions for *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(6), 522-533.
- Sakici, O. E. and Ozdemir, G. (2018). Stem taper estimations with artificial neural networks for mixed Oriental beech and Kazdağı fir stands in Karabük region, Turkey. *Cerne*, 24, 439-451.
- SAS Institute Inc. (2008). SAS/ETS® 9.2 User's guide. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Schlaegel, B. E. (1983). *Development of a form class taper model for willow oak*. Athens, GA: University of Georgia. 69 p (Doctoral dissertation, Ph. D. dissertation. How To Use Volume Tables).
- Şenyurt, M. and Ercanli, I. (2019). A comparison of artificial neural network models and regression models to predict tree volumes for Crimean Black Pine trees in Cankiri forests. *Şumarski list*, 143(9-10), 413-423.
- Tang, X., Pérez-Cruzado, C., Fehrmann, L., Álvarez-González, J. G., Lu, Y. and Kleinn, C. (2016). Development of a compatible taper function and stand-level merchantable volume model for Chinese fir plantations. *PloS one*, 11(1), e0147610.
- Williams, M. S. and Reich, R. M. (1997). Exploring the error structure of taper equations. *Forest science*, 43(3), 378-386.

İstanbul İli Emirgan Korusu'nda Belirlenen Kabuk ve Ambrosya Böcekleri ile Avcı Türler

Gürsel Çetin^{1*}, Pınar Hephizli Göksel¹, Kibar Ak², Oğuzhan Sarıkaya³

¹*Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Türkiye

²Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

³Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 21.03.2022

Kabul: 30.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Dünyanın karasal yüzeyinin üçte birini oluşturan ormanlar, doğal yaşama alanı olarak pek çok canlı için hayati öneme sahiptir. Ekonomik katkısının yanında sağladığı biyolojik çeşitlilik, erozyonu önleme, karbon emilimi, su kaynaklarının sürdürülebilmesi, peyzaj ve estetik görünüm gibi birçok özellikler ormanların hayati önemini artırmaktadır. Dünyanın geleceği için korunması gereken öncelikli alanlarından biri olan ormanlar biyotik ve abiyotik birçok faktör nedeniyle zarar görmekte ve bir bölümünde yok olma tehlikesi altındadır. Biyotik faktörlerden biri olan böceklerin ekolojik koşullara bağlı olarak bazı yıllar önemli derecede zarar oluşturduğu ve bazı fungal hastalık etmenlerine de vektörlük yaptığı bilinmektedir. Bu çalışma Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük şehri olan İstanbul'un önemli mesire alanlarından Sarıyer ilçesindeki Emirgan Korusu'nun meşe ve yabancı kiraz ağaçlarında kurumlara neden olan zararlı böcekler ile bu alanda rastlanan avcı böcek türlerini belirlemek amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Çoğunluğunu saplı meşe (*Quercus robur* L.)'lerin oluşturduğu kuruyan ağaçların gövdesinde talaş çıkaran böcekler, yerden itibaren 2 metre yüksekliğindeki gövde kabuğu ve gövde içerisindeki galerilerden elde edilmiştir. Elde edilen böcek türlerinden *Scolytus mali* (Bechstein, 1805), *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775), *Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792), *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae), *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Platypodidae) zararlı; *Corticus fasciatus* (Fabricius, 1790) (Coleoptera:Tenebrionidae), *Aulonium ruficorne* (Olivier, 1790), *Colydium elongatum* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Colydiidae) ve *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1793) (Coleoptera: Rhizophagidae) *Epuraea* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) ise avcı türler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – Curculionidae, Rhizophagidae, Scolytinae, *Quercus robur* L., *Cerasus microcarpa*

The Bark and Ambrosia Beetles and Predatory Species Determined in Emirgan Grove of Istanbul Province

¹Atatürk Horticultural Central Research Institute, Yalova, Türkiye

²Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun, Türkiye

³Bursa Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Bursa, Türkiye

Article History

Received: 21.03.2022


Accepted: 30.06.2022


Published: 15.08.2022


Research Article


Abstract – Forests, which account for a third of the world's land surface, are of vital importance for plenty of living organisms as a natural habitat. In addition to economic contribution, a variety of main characteristics, such as biodiversity, erosion prevention, carbon absorption, sustainability of water resources, landscape and aesthetic appearance increase the crucial value of forests. Forests, which are one of the essential zones that need to be protected for the future of the world, are damaged by many biotic and abiotic factors, and some of them are in danger of extinction. It is known that insects, one of the biotic factors, cause significant damage for some years depending on ecological conditions, and are also vectors of some fungal disease agents. This study was conducted to determine the harmful insects that cause drying in the oak and wild cherry trees in Emirgan Grove of Sarıyer district, one of the most important recreation areas in Istanbul, Turkey's most populous metropolitan city, as well as the beneficial insect species found in this area between 2017 and 2018. Insects that make sawdust on the stems of drying trees, mostly English oak (*Quercus robur* L.), were obtained from the barks of trunks and galleries, which were up to 2 meters above ground level. Among the insect species obtained, *Scolytus mali* (Bechstein, 1805), *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775), *Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792), *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae), *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) (Col.: Platypodidae) harmful beetle species, *Corticus fasciatus* (Fabricius, 1790) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Aulonium ruficorne* (Olivier, 1790), *Colydium elongatum* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Colydiidae), *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1793) (Coleoptera: Rhizophagidae) and *Epuraea* sp. (Coleoptera: Nitidulidae) have been identified as predatory species.

Keywords – Curculionidae, Rhizophagidae, Scolytinae, *Quercus robur* L., *Cerasus microcarpa*

^{1*}  gursel.cetin@tarimorman.gov.tr

¹  pinar.hephizli@tarimorman.gov.tr

²  kibar.ak@tarimorman.gov.tr

³  oguzhan.sarikaya@btu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gürsel ÇETİN

1. Giriş

Emirgan, İstanbul'un Avrupa yakasında, Baltalimanı ile İstinye arasında yer alan Sarıyer ilçesine bağlı bir semttir (Kart, 2005). Bu semtin boğaza paralel kuzey güney yönünde sahil boyunca devam eden ve dik yamaçlarla doğu batı doğrultusunda uzanan Karadeniz'e yakın olan kuzey bölümünde yağışlar fazladır (Yaltırık vd., 1997). Bu kesimde yer alan ve yaklaşık 47 ha olan Emirgan Korusu çok çeşitli bitki türlerini barındırmaktadır. Koru içerisinde ana yol boyunca at kestanesi, sivri meyveli dişbudak, akçaağaç, çınar, adi gürgen, saplı meşe, yalancı akasya, gümüşü ihlamur türleri bulunmaktadır. Yine korunun muhtelif yerlerinde kozalaklı ve iğne yapraklı türler olan fıstık çamı, kızılçam, Halep çamı, ağlayan çam, veymut çamı, sahil çamı, Avrupa ladin, mavi ladin, konik ladin, Lübnan sediri, mavi atlas sediri, Himalaya sediri, yalancı servi, Japon kadife çamı, Arizona mavi servisi, kokulu servi, porsuk, doğu mazısı, geniş yapraklı türlerden; çınar yapraklı akçaağaç, dişbudak yapraklı akçaağaç, dağ akçaağacı, Japon akçaağacı, gülibrişim, katalpa, çitlembik, mahlep, erguvan, fındık, kırmızı yapraklı Avrupa kayını, çiçekli dişbudak, sabun ağacı, sarısalkım, morsalkım, karayemiş, defne, kurtbağrı, yaprağını döken manolyalar (saray laleleri), beyaz çiçekli herdem yeşil manolya, alev ağacı, ateş diken, alıç, dağ muşmulası, Malta eriği, ak kavak, yabani kiraz, keçi söğüdü, zakkum, salkım söğüt, Londra çınarı, Macar meşesi, pırnal meşesi, kermes meşesi koruda oldukça sık ve bol rastlanan türlerdir. Koruda 120'den fazla ağaç ve çalı türü bulunmakta bunlardan kafur ağacı, (*Cinnamomum camphora*) İstanbul'da sadece tek bir ağaçla Emirgan Parkı'nda bulunmaktadır (Çubuk, 1994; Yaltırık vd., 1997). Korunun bu zengin bitki topluluğuna zamanında yapılan sulama, gübreleme, budama ve bahçe temizliği gibi işlemler bitkilerin büyük çoğunluğunun sağlıklı kalmasını sağlamasına rağmen bazı ağaçların kuruduğu veya kurumakta olduğu ve bu ağaçlarda kabuk ve ambrosiya böceklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ekosistemlerde abiyotik faktörler belli bir alanda hangi canlı organizmaların yaşayabileceğini belirler. Canlı organizmalardan zararlı böcek türleri doğal dengenin bozulması durumunda ormanların sürdürülebilirliğini olumsuz yönde etkileyebilen önemli faktörlerdendir (Yıldırım, 2011).

Orman zararlılarının önemli grubunu oluşturan kabuk ve ambrosya kabuk böcekleri kurumuş ya da kurumakta olan ağaçları tercih eder ve taşıdıkları funguslarda ağaçların çürümesine neden olurlar (Bateman ve Hulcr, 2017). Kabuk böcekleri Coleoptera takımı Curculionidae familyasına bağlı olup Scolytinae altfamilyasındadır. Bu alt familyadaki böceklerden kabukta üreyenler kabuk böcekleri, odun kısmında üreyenler ambrosya kabuk böcekleri olmak üzere iki alt grup altında incelenmektedir (Selmi, 1998). Kabuk böcekleri ölü bitki dokuları ve kabuk içinde beslenirken, ambrosya böcekleri odun dokusunda açtığı galerilere fungus bulaştırarak simbiyotik yaşar ve aynı zamanda ksilem dokusu parçaları ile de beslenirler, bu sırada dışı bireyler de keselerinde taşıdıkları simbiyotik fungusları galerilere bulaştırırlar (Beaver, 1989; Roeper, 1995; Mueller vd., 2005). Ambrosya böcekleri, genellikle stresli ve zayıf ağaçları tercih eden sekonder türler olmakla birlikte, bazı türlerinin sağlıklı ağaçlara da saldırdıkları bilinmektedir (Farrell vd., 2001). Konukçu olan bir ağaçta, yüzlerce ambrosya böceği bulunabilmekte, belli bir zaman sonra yakınındaki diğer konukçulara da geçerek onların kurumasına neden olabilmektedirler. Ayrıca, ambrosya böcekleri simbiyotik ilişkili olduğu ambrosya funguslarını konukçularına bulaştırması sonucu onların besin ve su dengesini bozarak zayıflamalarına ve kurumasına da neden olabilmektedir (Saruhan ve Akyol, 2012; Castrillo vd., 2011). Ambrosya böceklerinin ağaçların odun dokusu içerisindeki galerilerde bulunması, ergin çıkış zamanlarının geniş aralıklara yayılması ve zamanının çoğunu galerilerde geçirmesi nedeniyle mücadeleleri zordur ve bunlara karşı etkili bir mücadele yapılamamaktadır. Sekonder zararlı olarak bilinen kabuk böcekleri konukçusunun sağlıklı olup olmamasına ve ekolojik şartlara göre primer zararlı olarak sert kabuklu meyve ağaçlarında, sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında, orman ve süs bitkilerinde zarar yaparak dünyada önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Raulder, 2003; Kaya, 2004; Ak vd., 2006; Ak vd., 2010; Mani vd., 1986; Mani vd., 1990). Ambrosya böcekleri orman ve meyve ağaçlarında önemli kayıplara neden olmakla birlikte, ilişkili olduğu ambrosya funguslarının da ağaçların çürümesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Bu fungusların gelişimlerini kontrol altına alabilecek etkili bir yöntem bulunduğu takdirde, ambrosya böcekleri ile mücadelede alternatif yöntemler geliştirilebilecektir (Kushiyev vd., 2017). Emirgan

Korusu'nda bulunan ağaçlarda kabuk böceklerinin problem oluşturduğu ve kurumalara neden olduğu gözlemlendiği için bu çalışma ele alınmıştır. Emirgan Korusu içerisinde yer alan kurumuş veya kurumakta olan saplı meşe ve yabancı kiraz gövde ve gövde diplerinde rastlanan böceklerin belirlenmesi amacıyla çalışmalar 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Elde edilen böcek türlerinin teşhisleri yapılarak, zarar durumu, funguslar ile olan ilişkisi ve avcı olan türler değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini İstanbul ili Sarıyer ilçesi Emirgan Korusu'ndaki yaklaşık 47 hektar ($41^{\circ} 06' 33.16''$ K ve $29^{\circ} 03' 2480''$ D) orman alanı (Şekil 1), bu alandaki ağaçlar, ağaçlardaki zararlı kabuk ve ambrosya böcekleri ile avcı böcek türleri oluşturmuştur.



Şekil 1. İstanbul ili Sarıyer ilçesi Emirgan Korusu

Emirgan Korusu'nda yer alan 161 ağaç türü içerisinde saplı meşe (*Quercus robur*) (Fagales:Fagaceae) ve yabancı kiraz ağaçlarının (*Cerasus microcarpa*) (Rosales:Rosaceae) gövdelerinde kurumalar ve talaş bulunduğu görülmüştür. Böcek ile bulaşık ve zarar görmüş ağaçların buldukları alanı belirlemek için gövdesinde talaş ve böcek saptanan ilk ağaç merkez kabul edilerek 4 farklı yönde 100 m aralıklarla en az 10 ağaç gövdesi ve dipleri incelenmiştir. Ağaçların dip kısımlarından ve yerden 1-2 m yüksekliğindeki gövde kısmındaki kabuk ve gövde içerisindeki galerilerde bulunan böcekler toplanarak içerisinde %70'lik alkol bulunan cam kavanozlara alınmıştır. Bu örneklerin alındığı bitki adı, yeri, tarihi, rakımı gibi bilgiler etiketlerine eklenerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda yapılan inceleme sonucunda farklı olduğu düşünülen türler ayrı ayrı ependorf tüplerine konularak teşhise hazır hale getirilmiştir. Teşhisleri dördüncü yazar tarafından morfolojik olarak Pfeffer (1995)'e göre yapılmıştır. Böcek resimleri Olympus SZX7 marka stereoskopik binoküler mikroskop ile çekilmiştir.

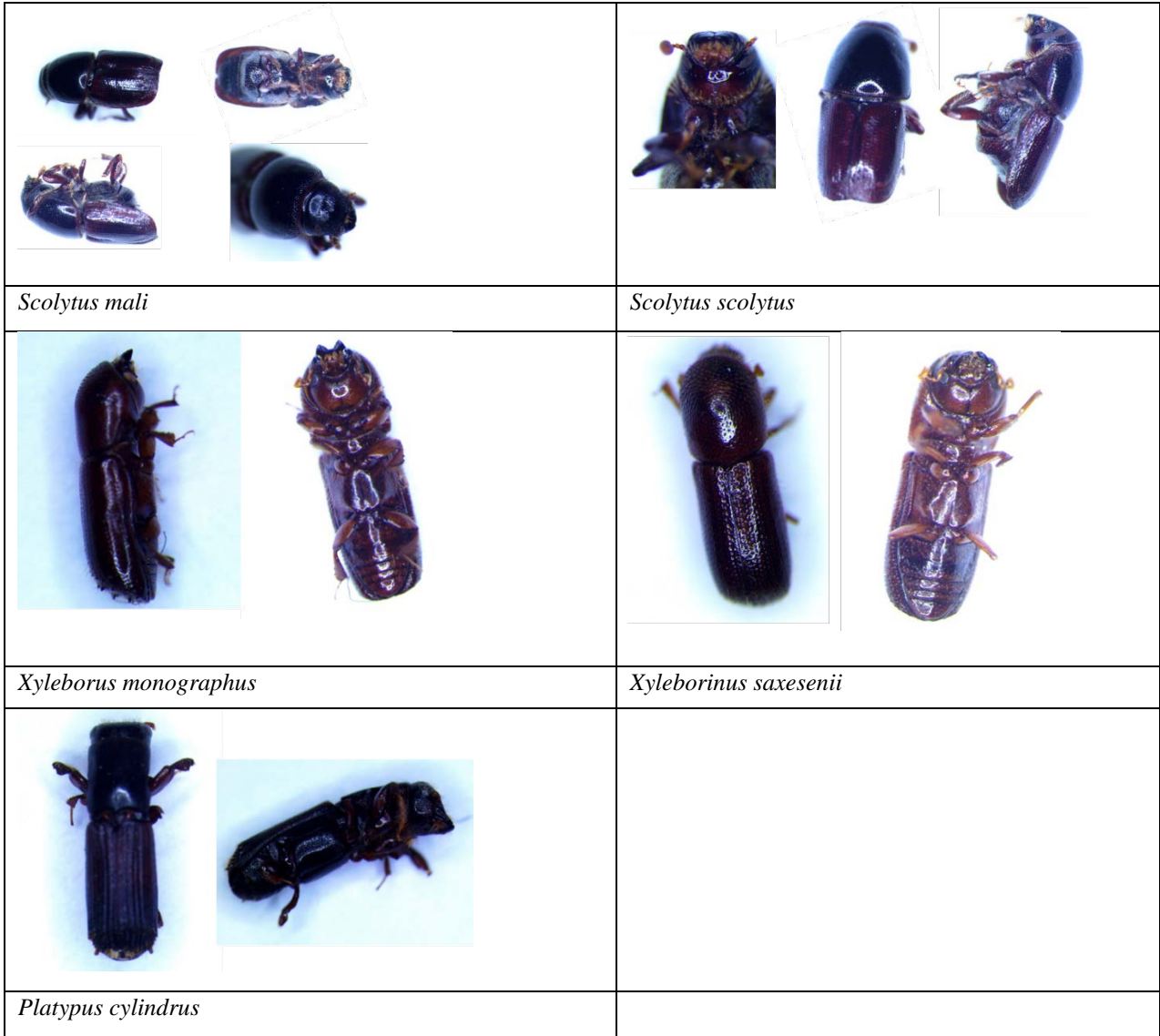
3. Bulgular ve Tartışma

İstanbul ili Sarıyer ilçesi Emirgan Koruluğu'nda kuruyan ya da kurumaya yüz tutmuş meşe ve kuş kirazı ağaçlarının gövde ve diplerinden 2017 ve 2018 yıllarının temmuz ayının son haftalarında toplanan kabuk, ambrosya ve avcı böcek türleri sırasıyla Tablo 1, 2 ve Şekil 2, 3'de verilmiştir.

Tablo 1

İstanbul ili Emirgan Korusu'ndaki meşe (*Quercus robur* L.) ve kuş kirazı (*Prunus avium* L.) ağaçlarında saptanan zararlı böcek türleri (2017-2018)

Tür	Takım Familya	Konukçu	Yıl		Bulunma (%)
			2017	2018	
<i>Scolytus mali</i>	Col.: Curculionidae	<i>Prunus avium</i> L.	2♂+9♀ 11	1♂+4♀ 5	12,8
<i>Scolytus scolytus</i>	Col.: Curculionidae	<i>Prunus avium</i> L.	2♂+8♀ 10	1♂+4♀ 5	12
<i>Xyleborus monographus</i>	Col.: Curculionidae	<i>Quercus robur</i> L.	6♂+22♀ 28	2♂+11♀ 13	32,8
<i>Xyleborinus saxesenii</i>	Col.: Curculionidae	<i>Prunus avium</i> L.	4♂+16♀ 20	2♂+10♀ 12	25,6
<i>Platypus cylindrus</i>	Col.: Platypodidae	<i>Quercus robur</i> L.	2♂+9♀ 11	2♂+♀8 10	16,8
Toplam			80	45	100

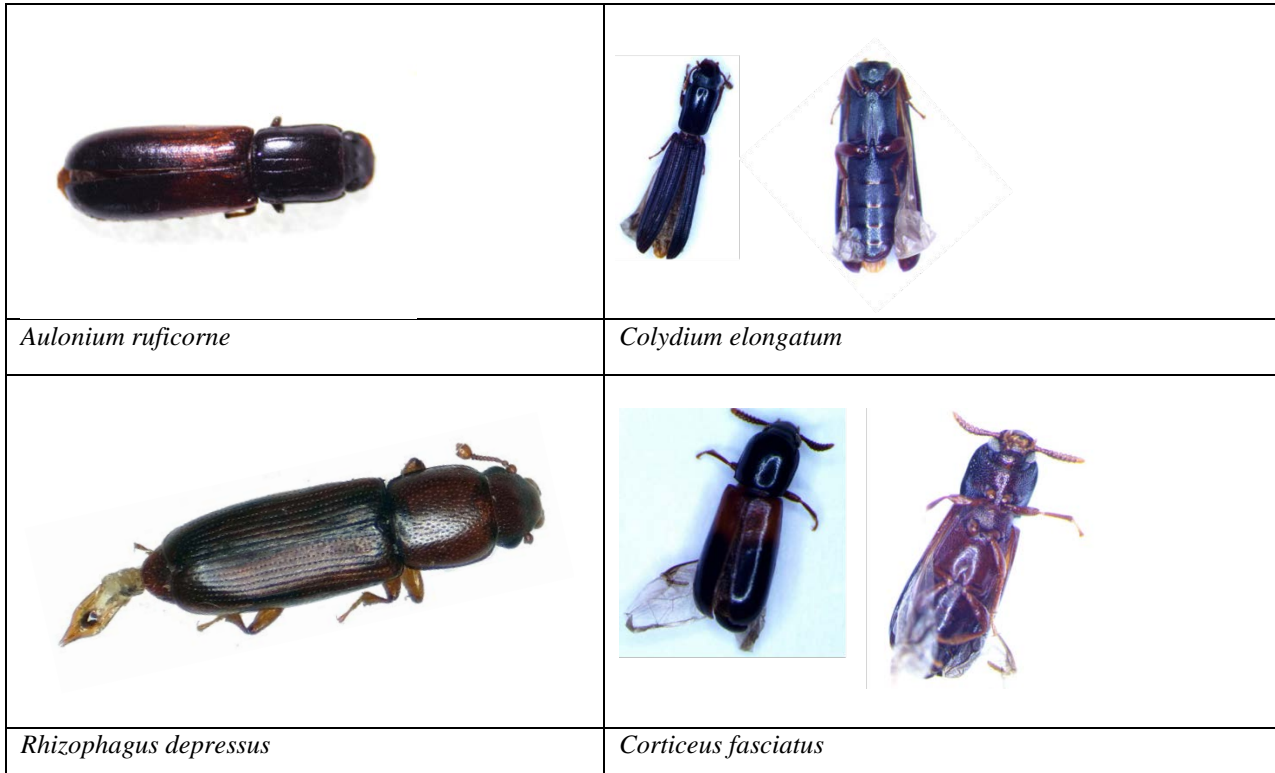


Şekil 2. İstanbul ili Emirgan Korusu'ndaki meşe (*Quercus robur* L.) ve kuş kirazı (*Prunus avium* L.) ağaçlarında saptanan zararlı böcek türleri (2017-2018)

Tablo 2

İstanbul ili Emirgan Korusu'ndaki meşe (*Quercus robur* L) ve kuş kirazı (*Prunus avium* L) ağaçlarında saptanan avcı böcek türleri (2017-2018)

Tür	Takım Familya	Yıl		Bulunma (%)
		2017	2018	
<i>Aulonium ruficorne</i>	Col.:Colydiidae	1♂+3♀ 4	2♂+8♀ 10	23,34
<i>Colydium elongatum</i>	Col.:Colydiidae	2♂+4♀ 6	1♂+ 2♀ 3	15
<i>Epuraea</i> sp.	Col.:Nitidulidae	0 0	2♂+10♀ 12	20
<i>Rhizophagus depressus</i>	Col.:Rhizophagidae	2♂+3♀ 5	2♂+5♀ 7	21,66
<i>Corticeus fasciatus</i>	Col.:Tenebrionidae	2♂+5♀ 7	2♂+4♀ 6	20
Toplam		22	38	100



Şekil 3. İstanbul ili Emirgan Korusu'ndaki meşe (*Quercus robur* L) ve kuş kirazı (*Prunus avium* L) ağaçlarında saptanan avcı böcek türleri (2017-2018)

Çalışma süresince 125'i zararlı, 60'ı avcı olmak üzere 185 ergin böcek toplanmıştır (Tablo 1 ve 2). Saplı meşe ve kuş kirazlarında görülen zararlı böcek türleri, *Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792), *Xyleborinus saxeseni* (Ratzeburg, 1837) (Col.: Curculionidae), *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) (Col.: Platypodidae), *Scolytus mali* (Bechstein, 1805) ve *Scolytus scolytus* (Fabricius, 1775) (Col.: Curculionidae)'un bulunma oranları sırasıyla %32,8, %25,6, %16,8, %12,8 ve %12 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Çalışma alanından toplanan avcı böcek türleri, *Aulonium ruficorne* (Olivier, 1790) (Col.: Colydiidae), *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1793) (Col.: Rhizophagidae), *Corticeus fasciatus* (Fabricius, 1790) (Col.:Tenebrionidae), *Colydium elongatum* (Fabricius, 1787) (Col.: Colydiidae) ve *Epuraea* sp. (Col.:Nitidulidae)'nin bulunma oranları da sırasıyla %23,34, %20, %21,66, %15 ve %20 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Xyleborus monographus çalışmada elde edilen zararlı böcek türleri içerisinde %32,8 ile en fazla bulunan türdür (Tablo 1). Bu tür saplı meşe ağaçlarının gövdesi ve diplerinden toplanmıştır. Meşe türleri (*Quercus frainetto* Ten, *Q. pubescens* Willd., *Q. lobata* Née, *Q. pyrenaica* Willd., *Q. robur* L., *Q. rubra* L., *Q. suber* L. ve *Q. cerris* L.) bu böceğin en fazla zarar yaptığı bitkilerdir. Diğer zarar verdiği bitki türleri ise kestane (*Castanea sativa* Mill.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) adi ceviz (*Junglas regia* L.) ve kiraz (*Prunus avium* L.)'dir (Selmi, 1998; Olberg, 2007; Wood ve Bright, 1992; Sarıkaya, 2013; Sarıkaya ve Kavaklı, 2018). Türkiye'de Bursa, Kocaeli, Hatay, İstanbul, Kahramanmaraş, Isparta illerinde dünyada ise Norveç ve İsveç, Fransa, İtalya Slovenya, İspanya, Kore ve Amerika Birleşik Devletleri'nde görülmektedir (Selmi, 1998; Olberg, 2007; Sarıkaya, 2013; Sarıkaya ve Kavaklı, 2018). Bu zararlı tür, daha çok büyük boyutlardaki ölmekte veya stres altında olan ağaçları tercih etmekte ve larvaları ambrosia funguslarının bulunduğu yerde yaşamını sürdürmektedir (Olberg, 2007). Vektörü olduğu ve simbiyotik olarak yaşadığı funguslar bulaştığı ağaçların veya fidanların ölümüne sebep olabilir (Inacio vd., 2012).

Diğer zararlı bir tür olan *X. saxesenii* meşe ve kuş kirazlarında tespit edilmiştir. *Xyleborus monographus*'tan sonra koruda %25,6 ile en fazla bulunan zararlı türdür (Tablo 1). Yayılış alanı başta Karadeniz, Marmara Bölgesi illeri olmak üzere Akdeniz Bölgesi (Hatay, Antalya, Isparta) olan bu zararlı türün konukçuları arasında; meyvelerden fındık (*Corylus avellana* L.), ceviz (*J. regia*), kayısı (*Prunus armeniaca* L.), elma (*Malus communis* L.), armut (*Pyrus communis* L.), incir (*Ficus carica* L.) kivi [*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* (A. Chew)] ve orman ağaçlarından ise gürgen (*Carpinus betulus* L.), ova akçaağaç (*Acer campestre* L.), dağçehrisi (*Rhamnus alpinus* L), meşe (*Quercus cerris* L.), akçaağaç (*Acer* spp.) ve karaağaç (*Ulmus* spp.) yer alır (Selmi, 2011; Sayın, 2014; Sarıkaya ve Sayın, 2016; Bakkaloğlu ve Örüçü, 2019; Ak vd., 2010). Bu zararlı türün erginleri Karadeniz Bölgesi'nde fındık bahçelerinde mart sonunda ortaya çıkmakta ve yoğun olarak temmuz-ağustos aylarında görülmektedir (Saruhan ve Akyol, 2012). Birçok meyve ve orman bitkilerinde zarar yapan bu tür, Ak vd. (2010) tarafından *Lymantor coryli* (Perris, 1853) (Col.: Scolytidae) olarak hatalı bildirilmiştir.

Korudaki saplı meşe ağaçlarında %16,8 oranında görülen *P. cylindrus* (Tablo 1) Türkiye'de İstanbul, Bursa, Düzce, Hatay, Sakarya ve Kahramanmaraş illerindeki kestane (*C. Sativa*), yabancı kiraz (*P. avium*), çınar (*Platanus orientalis* L.), kayın (*F. orientalis*) ve meşe türlerinde (*Q. cerris*, *Q. frainetto* ve *Q. robur*) görülmektedir (Sarıkaya, 2008; Cebeci ve Ayberk, 2010; Akbulut vd., 2008). Ambrosya böceklerinden olan bu zararlı tür doğrudan zararının yanında ağaçların ölümüne yol açan önemli fungal patojen *Ceratocystis platani*'nin de vektörüdür. Birçok fungus ile simbiyotik ilişki içerisinde olan bu zararlı böcek türü yine funguslardan *Ophiostoma* spp.'yi konukçularına bulaştırması sonucu bitkilerin savunması olumsuz yönde etkilenmektedir (Amo-ura vd., 2021). *P. cylindrus* genellikle çınar ağaçları meşcerelerinde çok yaygın olarak görülmektedir (Soulioti vd., 2015).

Çalışmada %12,8 oranında edilen kabuk böcek türlerinden *S. mali* 'nin (Tablo 1) Türkiye'de Amasya, Ankara, Bolu, İstanbul ve Samsun illerinde görüldüğü ve meyve türlerinden ayva (*Cydonia oblonga* Mill.), elma (*Malus domestica*), armut (*Pyrus communis* L.), kayısı (*Prunus armeniaca* L.), erik (*P. domestica* L.), şeftali (*P. persica* L.) ve kirazda (*P. avium* L.) zarar yaptığı bildirilmiştir (Selmi, 2011; Sarıkaya ve Sayın, 2015; Amini vd., 2013; Sarıkaya vd., 2017). Bu türün %12 oranında bulunan *S. scolytus* (Tablo 1) ile birlikte Emirgan Korusu habitatındaki altı adet kuş kirazı ağaçlarının gövdelerinde galeri oluşturduğu ve ağaçları zayıflattığı görülmüştür. Kabuk böcekleri de ambrosya böcekleri gibi konukçularına yapmış olduğu doğrudan zararın yanında bazı fungal hastalık etmenlerini de bulaştırarak ağaçların ölümüne neden olabilmektedir. Nitekim, *S. scolytus* doğrudan zararının yanında karaağaç ölümü etmeni olan fungusun (*Ceratocystis ulmi* Buisman 1932) vektörü olduğu bildirilmiştir (Selmi, 1985). Bu tür Asya ve Avrupa kıtasında yaygın olarak daha çok *Ulmus* türlerinde zararlı olmakla birlikte *Prunus* türleri, karaağaç, ceviz ve meşelerde de zarar yapmaktadır (Selmi, 1985; Wood ve Bright, 1992).

Saplı meşelerin bulunduğu alandan toplanan avcı böcek türleri içerisinde *Aulonium ruficorne* %23,34 bulunma oranıyla en fazla bulunan türdür (Tablo 2). Bu türün hem ergin hem de larvaları, kabuk böceklerinin larva ve

yeni nesil erginleri ile beslenirler. Kabuk böceklerinden Akdeniz çam kabuk böceği, *Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857) (Col.: Curculionidae)'nin %90 ölümüne sebep olan (Podoler vd., 1990), bu avcı tür kızılçam zararlısı, *O. erosus*, *O. tridentatus* Eggers, *Tomicus destruens* (Wollaston) (Col.: Curculionidae), karaçamda zararlı *Ips sexdentatus* (Borner), *I. acuminatus* Gyll. (Col.: Curculionidae), Toros sedirinde zararlı, Sedir kabuk böceği, (*O. tridentatus*) ve Toros göknarında zararlı Büyük göknar kabuk böceği, *Pityokteines curvidens* Germ. *P. vorontzowi* (Jacob.), *Phloesinus aubei* Perr., *P. bidentatus* (Herbst), *P. calcaratus* (Eichh.) (Col.: Curculionidae)'un galerilerinde yoğun olarak görülürler (Yüksel ve Akbulut, 2002; Ünal ve Yüksel, 2005; Sarıkaya ve Avcı, 2009; Cebeci ve Baydemir, 2018).

Corticus fasciatus koruluktaki meşe ağaçlarından %21,66 oranında elde edilen diğer bir avcı böcek türüdür (Tablo 2). Kurumuş durumdaki meşe ağaçlarının kabukları altından ve odun kısmındaki galerilerden toplanan bu böcek ile aynı cinse ait olan *Corticus fraxini* (Kugelann, 1794), *C. linearis* (Fabricius, 1790) ve *C. pini* (Panzer, 1799) türleri kabuk böceklerinin avcıları olarak kabul edilmektedir (Sarıkaya ve Avcı, 2009; Buse vd., 2008). Bu böcek türü çoğunlukla *Dryocoetes villosus* (Fabricius, 1792), *P. cylindrus*, *Taphrorychus vilifrons* (Dufour, 1843) (Col.: Curculionidae) ve *X. saxesenii* zararlı böceklerinin bulunduğu kabuklarda ve galerilerde görülmüştür (Soldati ve Soldati, 2010). Bu çalışmada da *X. saxesenii* ve *P. cylindrus*' un bulunduğu kabukların altı ve galerilerinde tespit edilmiştir.

Rhizophagus depressus saplı meşenin gövdesinde %20 oranında bulunan diğer bir avcı türdür (Tablo 2). Bu tür Türkiye'de kabuk böceklerinden *I. sexdentatus*'un yuvalarında görülmüş ve daha sonra biyolojik mücadele kapsamında laboratuvarında üretilerek *I. sexdentatus* zararının görüldüğü ormanlara salım yapılarak başarılı sonuçlar alınmıştır (Göktürk, 2018; Yüksel ve Akbulut, 2005). Türkiye'de ladin ormanlarında zararlı *P. spinidens*, *O. erosus*. ve *I. typographus* L. (Col.: Curculionidae)'un predatörü olan *R. depressus* İzmir ili ve civarındaki çamlarda zararlı kabuk böceklerinin avcısı olan 40 böcek türü içerisinde % 9,16 oranında görülmüştür (Yüksel vd., 2005; Sarıkaya ve Ibis, 2016). Bu tür ibreli ağaçlarda zarar yapan kabuk böcek (Scolytinae) türlerinin avcısıdır (Yiğit, 2017).

Çalışmada *Epuraea* sp. (Col.: Nitidulidae) türü çürümekte olan saplı meşelerin gövdeleri üzerinde ve diplerinde %20 oranında bulunmuştur (Tablo 2). *Epuraea* türleri farklı beslenme şekillerine sahiptir. Bunlar genellikle saprofit olmakla birlikte bazıları da saprofit ve nekrofit. Saprofit olanlar bitki artıkları, çürümekte olan ağaçların gövde, dal ve çiçekler ile beslenirler (Jelinek vd. 2010). Bazı *Epuraea* türlerinin sarıçam ormanlarında önemli zararlara neden olan kabuk böceklerinden *Tomicus minor* (Hartig), *T. piniperda* Linnaeus (Col.: Curculionidae), *Ips sexdentatus* Boern. ve *I. acuminatus* (Gyllenhal) (Col.: Scolytidae)'un galerilerinde larva dönemlerinde fazla görüldüğü ve etkili bir polifag predatör tür olduğu belirlenmiştir (Yüksel vd., 2000).

Bu çalışmada saplı meşelerin kabukları altında *P. cylindrus*'un bulunduğu galeri ve civarındaki kabuk altlarından %15 oranında elde edilen *C. elongatum* (Tablo 2), kızılçamlarda (*Pinus brutia* Ten) zararlı *T. destruens*, lübnan sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich.) zararlı *O. tridentatus* ve Toros göknarında (*Abies cilicica*) zararlı *P. curvidens* galerinde bulunur ve aynı zamanda *O. erosus*, *I. typographus* türlerinin predatörü olarak kabul edilir (Tosun, 1975; Yüksel, 1998; Sarıkaya ve Avcı, 2009). Bu avcı böcek türü ölü bir saplı meşe, kayın huş ve yaprağını döken iğne yapraklı ağaçların gövde kabukları altında görülür. Odun dokusuyla beslenen zararlı böceklerden *Anobium denticolle* (Creutzer) (Col.: Anobiidae) ve *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (Col.: Curculionidae) galerilerinde de rastlanır. Scolytinae ve Platypodinae gibi böceklerin özellikle de *P. cylindrus* 'un avcısıdır (Vorst, 1994; Troukens, 2013).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada kabuk ve ambrosya böceklerinden bazı türlerinin Emirgan Korusu'ndaki zararı ve bulaşma durumu belirlenmiştir. Korunun bulaşık olan merkezinden itibaren farklı 4 yöndeki 100 m mesafe ile incelenen 17 kontrol noktasındaki ağaçların kuzey yönünde bulunan pembe köşk ve şelaleli havuz etrafında yer alan 5 kontrol noktasında ağaçların tamamen kuruduğu fakat herhangi bir zararlı böcek ile bulaşık olmadığı tespit

edilmiştir. Diğer kısımların (beyaz köşk, biyolojik gölet ve çevresi) ise böcek zararı nedeniyle kuruduğu görülmüştür. Zararlı böceklerin zararından dolayı 430 adet ağacın kesildiği ve kurumuş olan 70 ağacın da işaretlenerek izlenildiği belirlenmiştir. İşaretlenen ağaçların da tamamen kuruduğu ve %90'nın Coleoptera takımından Curculionide familyasının Scolytinae alt familyasına ait böcekler ile bulaşık olduğu gözlenmiştir. Bulaşma alanı olarak 100 metrede yapılan incelemede 10 ağacın bir ile dört arasında bulaşık olduğu ve özellikle korunun güney ve güney-doğu kısmının kuzeye göre yoğun olarak bulaşık olduğu belirlenmiştir.

Şehirlerde bulunan kuru ve park alanları oksijen kaynağı olmasının yanında toplum için sosyal ve psikolojik terapi alanları olarak kabul edilir. Bu alanların sağlıklı bir şekilde sürdürülebilirliğinin sağlanması ve korunması elzemdir. Korular ve kent ormanlarında sorun oluşturan kabuk böcekleri ile mücadelede en önemli husus zararlı popülasyonlarının ekonomik zarar seviyesine ulaşmaması için gerekli bakım, sulama ve gübreleme gibi temel gereksinimlerini karşılayarak ağaçların strese girmeden sağlıklı yetişmelerini sağlamaktır. Korunun sürdürülebilirliğini sağlamada kabuk böceklerine karşı mücadelede mekanik-kültürel ve biyoteknik yöntemler tercih edilerek zararlılar kontrol altında tutulmasına çalışılabilir. Ayrıca ideal şartların sağlanması durumunda bu alanlarda doğal düşman faaliyetleri nedeniyle mevcut zararlıların popülasyon seviyeleri ekonomik zarar seviyesine ulaşmadan doğal dengede kalabilir.

Teşekkür

Çalışmanın her aşamasında yardımcı olan, materyal katkısı sağlayan İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park Bahçeler Müdürlüğü'ne ve İstanbul İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne (Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü) ve teknik elemanlarına teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Yazar A: Çalışmayı planlamış ve tasarlamış, veri toplamış, makaleyi yazmış

Yazar B: Veri toplamış ve laboratuvar çalışmalarını yapmış

Yazar C: Literatür taramış ve makaleyi yazmış

Yazar D: Elde edilen türlerin teşhislerini yapmış, literatür ve makale yazılmasında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Ak, K., Uysal, M. ve Tuncer, C. (2006). Karadeniz Bölgesi'nde kivilerde zararlı yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türleri ve mücadelesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, II. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu Bildirileri, Tokat, 365-370.
- Ak, K., Güçlü, Ş. ve Tuncer, C. (2010). Kivide yeni bir meyve zararlısı: *Lymantria coryli* (Perris, 1853) (Coleoptera: Scolytidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34(3), 391-397.
- Akbulut, S., Keten, A., and Yüksel, B. (2008). Wood destroying insects in Düzce province. *Turkish Journal of Zoology*, 32(3), 343-350.
- Amini, S., Hosseini, R. and Sohani M. M. (2013). A faunal study of bark beetles (Coleoptera:Curculionidae: Scolytinae) in Guilan province in North of Iran. *Entomofauna*, 34(12),169-176.
- Amoura, M., Lurdes, M. I., Nóbrega, F., Bonifacio, L., Sousa, L. and Chakalı, G. (2021). Fungi associated with *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera: Curculionidae) from *Quercus suber* L. in North-Eastern Algeria. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 9(1),1-8.
- Bakkaloğlu, A.Ç. ve Örucü, Ö. K. (2019). Edirne kent ormanında zararlı biyotik etmenlerin belirlenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1), 11-33.
- Bateman, C. and Hulcr, J. (2017). A guide to Florida's common bark and ambrosia beetles. UF/IFAS University of Florida. Erişim adresi: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CFR%5CFR38900.pdf>

- Beaver R. A. (1989) Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. In insect fungus interactions, 14th Symposium of the Royal Entomological Society of London, (ed): Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P.M., Webber, J.F., 121 pp.
- Buse, J., Levanony, T., Timm, A., Dayan, T. and Assmann, T. (2008). Saproxylic beetle assemblages of three managed oak woodlands in the Eastern Mediterranean. *Zoology in the Middle East*, 45, 55–66.
- Castrillo, L. A., Griggs, M. H., Ranger, C. M., Reding, M. E. and Vandenberg, J. D. (2011). Virulence of commercial strains of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum* (Ascomycota: Hypocreales) against adult *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) and impact on brood. *Biological Control*, 58, 121-126.
- Cebeci, H. H. and Ayberk, H. (2010). Ambrosia beetles, hosts and distribution in Turkey with a study on the species of Istanbul province. *African Journal of Agricultural Research*, 5(10), 1055 - 1059.
- Cebeci, H. H. and Baydemir, M. (2018). Predators of bark beetles (Coleoptera) in the Balıkesir region of Turkey. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(2), 283-287.
- Çubuk, M. (1994). Boğaziçi, Düden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, İstanbul:Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı Ortak Yayını, 2: 266-281.
- Farrell, B. D., Sequeira, A. S. O., Meara, B. C., Normark, B. B., Chung, J. H. and Jordal, B. H. (2001). The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae:Scolytinae and Platypodinae). *Evolution*, 55, 2011–2027.
- Göktürk, T. (2018). Artvin Şavşat ibreli ormanlarının kabuk böcekleri. Uluslararası Artvin Sempozyumu, 18-20 Ekim 2018, 155-172 s.
- Inácio, M. L., Henriques, J., Lima, A. and Sousa, E. (2012). Ophiostomatoid fungi associated with cork oak mortality in Portugal. *IOBC/wprs Bulletin*, 76, 89-92.
- Jelínek, J., Carlton, C. E., Cline, A. R. and Leschen, R. A. B. (2010). Nitidulidae Latreille, 1802. pp.390–407. In: Leschen R A B, Beutel R. G, Lawrence J F (eds): Handbook of Zoology. Coleoptera, Beetles. Volume 2: Morphology and Systematics (Elateroidea, Bostrichiformia, Cucujiformia partim). Walter de Gruyter, Berlin – Newyork, xiii + 786 pp.
- Kart, N. (2005). Emirgan Parkı'nda Kullanıcıların Memnuniyet Derecelerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55(1), 185-208.
- Kaya, M. (2004). Bursa ilinde değişik meyve ağaçlarında *Xyleborus dispar* (F.)(Coleoptera: Scolytidae)'ın ergin populasyon değişimi üzerinde araştırmalar. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 14(2), 113-117.
- Kushiyeve, R., Aker, O. ve Tuncer, C. (2017). Ambrosya böcekleri (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae ve Platypodinae) ile ambrosya fungusları arasındaki simbiyotik ilişkiler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 239-246.
- Mani, E., Remund, U. and Schwaller, F. (1986). Alkohol-falle zur Flugkontrolle und Befallsreduktion beim Ungleich Holzbohrer. *Schweizerische Zeitschrift fuer Obst-und Weinbau*, 122(7), 203-207.
- Mani, E., Remund, U. and Schwaller, F. (1990). Der Ungleiche Holzbohrer, *Xyleborus dispar* F. (Coleoptera: Scolytidae) im Obst und Weinbau. *Landwirtschaft Schweiz*, 3(3), 105-112.
- Matrikainen, P. (2001) Non-target beetles (Coleoptera) in *Trypodendron* pheromone traps in Finland. *Anzeiger für Schädlingskunde = Journal of Pest Science*, 74(6), 150-154.
- Mueller, U. G., Gerardo, N. M., Aanen, D. K., Six, D. L. and Schultz, T. R. (2005). The evolution of agriculture in insects. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36, 563-595.
- Olberg, S. (2007). *Agrilus cyanescens* Ratzburg, 1837 (Buprestidae) and *Xyleborus monographus* (Fabricius, 1792) (Curculionidae) two new but probably extinct Norwegian Coleoptera. *Norwegian Journal of Entomology*, 54,115-116.
- Pfeffer, A. 1995. Zentral und westpaläarktische Borken und Kernkäfer. Naturhistorisches Museum Basel, 310 p.
- Podoler, H., Mendel, Z. and Livne, H. (1990). Studies on the biology of a bark beetle predator, *Aulonium ruficorne* (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology*, 19, 1010–1016.
- Raulder, H. (2003). Observation on the flight dynamics of bark beetle (*Xyleborus saxesenii* and *Xyleborus dispar*). *Gesunde Pflanzen*, 55(3), 53-61.

- Roeper, R. A. (1995). Patterns of mycetophagy in Michigan ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Michigan Academician. March*, 272, 153-161.
- Sarıkaya, O. (2008). Batı Akdeniz Bölgesi iğne yapraklı ormanlarının Scolytidae (Coleoptera) faunası. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Sarıkaya, O. and Avcı, M. (2009). Predators of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) species of the coniferous forests in the Western Mediterranean Region, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(4), 253-264.
- Sarıkaya, O. (2013). Bark and ambrosia beetles collected from Turkey oak (*Quercus cerris* L.) forests in Isparta province of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(11), 1038-1043.
- Sarıkaya, O. and Sayın, H. (2015). Observations on the flight activities of two ambrosia beetles *Anisandrus dispar* (Fabricius, 1792) and *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) in Kasnak oak forest nature protection area in the South western of Turkey. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 4(2), 357-360.
- Sarıkaya, O. and İbis, H. M. (2016). Predatory species of bark beetles in the pine forests of İzmir Region in Turkey with new records for Turkish Fauna. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26 (3).
- Sarıkaya, O. and Sayın, H. (2016). Use of the red winged sticky traps for collecting bark and ambrosia beetles [Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae)] on deciduous trees of Kasnak oak nature protection area in Isparta, Turkey. *Research Journal of Biotechnology*, 11(9), 79-85.
- Sarıkaya, O., Kavaklı, S. A. and Sayın, H. (2017). Diversity of bark and wood boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae; Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae) on endemic and relict deciduous forest tree species in Mediterranean part of Turkey. International Scientific Conference Forest Science For Sustainable Development of Forests, 7-9 December 2017, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, p. 60-61.
- Sarıkaya, O. and Kavaklı, S. A. (2018). Determination to bark and ambrosia beetle species on pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) in forests of Afyonkarahisar, Turkey. International Scientific Conference "Forest Science for a Sustainable Forestry and Human Wellbeing in a Changing World-INCDS Marin Dracea" 85 Years of Activity, Centenary of The Great Union, 18-21 September 2018, Bucharest, Romania, p. 83.
- Saruhan, I. and Akyol, H. (2012). Monitoring population density and fluctuations of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera:Scolytinae,Curculionidae) in hazelnut orchards. *African Journal of Biotechnology*, 11(18), 4202 – 4207.
- Sayın, H. (2014). Kasnak meşesi tabiatı koruma alanı (Isparta-Eğirdir) geniş yapraklı orman ağaçlarında kabuk böceği türlerinin tespit edilmesi ve önemli türlerin uçuş dönemlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 67s, Isparta.
- Selmi, E. (1985). Türkiye Scolytus türleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 35A(2), 94-105.
- Selmi, E. (1998). Türkiye kabuk böcekleri ve savaşı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4042, Emek Matbaası, İstanbul, 196 s.
- Selmi, E. (2011). Scolytidae of Turkey. Erişim adresi: <http://www.orman.istanbul.edu.tr/node/10552>
- Soldati, F. and Soldati, L. (2010). *Corticis* Piller et Mitterpacher, 1783 of the French fauna (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae) (in French). *Bulletin Rutilans*, 2010 XIII-3.
- Soulioti, N., Tsopeas, P. and Woodward, S. (2015). *Platypus cylindrus*, a vector of *Ceratocystis platani* in *Platanus orientalis* stands in Greece. *Forest Pathology*, 45.
- Tosun, İ. (1975). Akdeniz Bölgesi, iğne yapraklı ormanlarda zarar yapan böcekler ve önemli türlerin parazit ve yırtıcıları üzerine araştırmalar, İstanbul, 200 s.
- Troukens, W. (2013). *Colydium elongatum* (Coleoptera: Zopheridae) in België en in het omliggend gebied. *Phegea*, 41(3), 58.
- Ünal, S. ve Yüksel, B. (2005). Doğu ladin ormanlarında zarar yapan kabuk böcekleri ile yırtıcı ve parazitleri. 278-288. Ladin Sempozyumu Bildirileri, 1. Cilt, 526 s., 20-22 Ekim 2005, Trabzon.
- Vorst, O. (1994). *Colydium elongatum* nieuw voor de Nederlandse fauna (Coleoptera: Colydiidae). *Entomologische Berichten*, 54(2), 23-25.
- Wood, S. L. and Bright Jr, D. E. (1992). A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera) part 2: taxonomic index. Provo, Utah, USA. Brigham University, Great Basin Naturalist Memoir, No:13.
- Yaltrık, F., Efe, A. ve Uzun, A. (1997). Tarih boyunca İstanbul'un park bahçe ve koruları egzotik ağaç ve çalılıarı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Asfalt Fabrikaları A.Ş., İsfalt Yayını:4. İstanbul.

- Yıldırım, S. (2011). Isparta-Aksu yöresi iğne yapraklı ormanlarında zararlı kabuk böceği türleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 76 s.
- Yiğit, B. (2017). Ordu ili ibrelili ağaç türlerinde zarar yapan kabuk böcekleri (Curculionidae: Scolytinae). Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın, 74 s.
- Yüksel, B. (1998). Türkiye’de doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ormanlarında zarar yapan böcek türleri ile bunların yırtıcı ve parazitleri. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 4, 143 s.
- Yüksel, B., Tozlu, G. ve Şentürk, M. (2000). Sarıkamış sarıçam (*Pinus sivestris* L.) ormanlarında önemli düzeyde zarar yapan kabuk böcekleri ve bunlara karşı alınabilecek önlemler. T.C. Orman Bakanlığı Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Yayın No: 107, Müdürlük Yayın No: 8. 67 s.
- Yüksel, B. and Akbulut, S. (2002). The predators and life cycle of *Pityogenes bidentatus* (Herbst) at oriental spruce forests. *Journal of the Faculty of Forestry*, Istanbul University, 52(2): 85-94.
- Yüksel, B. ve Akbulut, S. (2005). Doğu ladini ormanlarında *Ips sexdentatus* (Boern.)’un doğal düşmanlarının belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 85(2), 59-70.
- Yüksel, B., Akbulut, S., Serin, M., Erdem, M. and Baysal, İ. (2005). Relationships with main hosts of *Rhizophagus depressus* (Fabr.) (Coleoptera: Rhizophagidae) and its role in biological control in oriental spruce, the Scotch pine and fir forests. Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Spruce Symposium, Turkey, 1,195-20.

Determination of Carbon Concentration of Tree Components for Stone Pine Forests in the Marmara Region

Bilge Tunçkol¹, Şükrü Teoman Güner^{1,*}

¹Bartın University, Ulus Vocational School, Department of Forestry, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 28.03.2022

Accepted: 30.06.2022

Published: 15.08.2022

Research Article



Abstract– In accordance with the Kyoto Protocol, countries prepare their national inventory reports (NIR) every year and present it to United Nations Secretariat of the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). These statements are based on AFOLU Guideline (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories for Agriculture, Forestry and Other Land Use). However, countries are required to produce parameters special to their own tree species in order to make more precise statements. The aim of this study was to determine to calculate both the carbon concentration of various components (needle, wood, bark, and root) of natural stone pine (*Pinus pinea* L.) and the weighted carbon concentration of above ground and total tree biomass. The study was conducted in natural stone pine forests in Marmara Region of Turkey. Samples were collected in 10 sampling plots that were at mature stage (dbh=20.0-51.9 cm) and had different site characteristics. Site characteristics of the sample plots were determined. Then, needle, wood, bark, and root samples were collected from 3 trees representing the top height in each sampling plot. Carbon analysis on plant samples collected from the sampling plots (10 plots × 3 replications × 4 components = 120 samples) was carried out in the laboratory. The obtained data were evaluated by using analysis of variance and Duncan test. Statistically significant differences were found between carbon concentrations of tree components (P<0.001). The lowest carbon concentrations were in needle (51.65%) and in roots (51.67%), while the highest carbon concentration was in wood (54.74 %) and in barks (54.93%). The weighted carbon concentration for natural stone pine forests were found to be 54.56% and 54.07% for the above-ground biomass and for the total tree biomass, respectively. The carbon concentrations found in this study can be used to calculate the carbon stocks stored in both trees and different components of trees in natural stone pine forests.

Keywords – Carbon concentration, climate change, *Pinus pinea*, Tree components, weighted carbon concentration

Marmara Bölgesindeki Fıstık Çamı Ormanlarında Ağaç Bileşenlerine Ait Karbon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

¹Bartın Üniversitesi, Ulus Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 28.03.2022


Kabul: 30.06.2022


Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi

Öz– Kyoto protokolü gereği taraf ülkeler her yıl ulusal envanter raporlarını (NIR) hazırlayarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) sekretaryasına sunmaktadır. Bildirimler AFOLU (Agriculture, Forestry and Land Use) kılavuzuna göre yapılmaktadır. Ancak daha hassas bildirimlerde bulunmak için ülkelerin kendi ağaç türlerine özgü katsayıları üretmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, ihtiyaç duyulan katsayıların üretilmesi bakımından doğal fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ormanlarında ağaç bileşenlerinin (ibre, odun, kabuk, kök) karbon oranları ile toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranlarını belirlemektir. Araştırma, Türkiye’de Marmara Bölgesi’ndeki doğal fıstıkçamı ormanlarında yürütülmüştür. Örneklemeler ağaçlık çağında (dbh=20,0-51,9 cm) bulunan ve yetişme ortamı özellikleri bakımından farklılık gösteren toplam 10 alanda yapılmıştır. Örneklem alanlarının yetişme ortamı özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra her örneklem alanında meşcere üst boyunda bulunan üç ağaçtan ibre, odun, kabuk ve kök örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında örneklem alanlarından alınan ağaç bileşenlerine ait örneklerde (10 örnek alan × 3 tekrerr × 4 bileşen = 120 örnek) karbon analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Ağaç bileşenlerinin karbon oranları arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar belirlenmiştir (P<0.001). Karbon yoğunluğu ağaç bileşenleri arasında en düşük ibre (%51,65) ve kökte (%51,67), en yüksek odun (%54,74) ve kabukta (%54,93) bulunmuştur. Doğal fıstıkçamı ormanları için ağırlıklı karbon oranı toprak üstü ağaç kütleleri için %54,56, toplam ağaç kütleleri için ise %54,07 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen karbon oranları, fıstıkçamı ormanlarında gerek ağaçlarda gerekse ağaçların farklı bileşenlerinde depolanan karbon stoklarının hesaplanmasında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler – Ağaç bileşenleri, ağırlıklı karbon konsantrasyonu, iklim değişikliği, karbon konsantrasyonu, *Pinus pinea*,

¹  btunckol@bartin.edu.tr

^{1*}  stguner@bartin.edu.tr

* Corresponding Author/ Sorumlu Yazar: Şükrü Teoman GÜNER

1. Introduction

Carbon dioxide (CO₂) is one of the greenhouse gases in the atmosphere that causes global warming and climate change. Increasing forestlands is an effective method to reduce CO₂ in the atmosphere by converting CO₂ into organic matter during photosynthesis. Since the forestlands have an important role as a carbon sink, it is essential to make carbon calculations including forest types and tree species in order to monitoring carbon balance in forestlands and performing the necessary calculations to get a better carbon inventory (Lamlom and Savidge, 2003; Malmsheimer et al., 2011). Moreover, tree components of the concerned species and their carbon concentrations should also be calculated for the sake of performing a better carbon calculation of tree species.

Countries are given responsibilities to prepare annual carbon inventories in forestlands as a requirement of Kyoto protocol. A guidelines for carbon inventory (AFOLU-IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories for Agriculture, Forestry and Other Land Use) has been prepared to handle carbon calculations and compare them with other countries (IPCC, 2006).

Carbon reservoirs in forest ecosystems have been divided into to three categories. Namely, live below- and above-ground biomass, dead organic matter (dead wood and litter) and organic soil. Regarding the carbon calculations, some experimental coefficients in terms of climate zone, forest type and tree species have been given to be used in this guideline. Those reported experimental coefficients should be verified by studying tree species at local level for more precise calculations, as recommended earlier (IPCC, 2003; IPCC, 2006). A number of studies reported that carbon concentrations in carbon reservoirs vary depending on environmental factors, tree species and tree components (Laiho and Laine, 1997; Lamlom and Savidge, 2003; Bert and Danjon, 2006; Thomas and Malczewski, 2007; Çömez, 2012).

Stone pine, which is native to Portugal, has continued to spread along the Mediterranean coasts up to Anatolia. Because of its edible seeds and being a valuable ornamental tree, the boundaries of its natural distribution areas have been disturbed. Anatolia is one of the significant distribution areas of stone pine with its horticultural cultivation and plantation and big stone pine stands were established for production of pine nut (Yaltrık, 1988). Although it was known as *Pinus sativa*, or *P. maderiensis*, the name *P. pinea* was accepted in 1753 and has been used since then (Shaw, 1914).

Stone pine is primary tree species of “Lauretum” and partly “Castanetum” zones of Mediterranean Flora Region in Turkey (Anşin, 1983). The distribution area of it is under the effect of typical Mediterranean Region climate, and it grows naturally between the altitudes changes from sea level to 600 m above the sea (Yaltrık, 1988).

Above and below ground plant mass and their carbon concentrations as well as carbon stocks of stone pine plantations in Terkos sand dune in Turkey has been reported earlier (Tolunay et al., 2017). According to Serengil’s classification (2018), the study conducted by Tolunay et al. (2017) takes place in Euxine-Colchic, broad-leaved forest ecozone. Present study differs from previous study as it is conducted in natural stone pine forest and takes place in inner Aegean Regio broad-leaved and coniferous forest ecozone.

This study aims to determine the carbon concentrations by above ground biomass and total tree biomass and various components in natural stone pine forests.

2. Material and Method

2.1. Study Area

The research area is between 20 and 150 m altitudes in natural stone pine forests located in the Marmara Region, in the northwest of Turkey (Fig. 1).



Figure 1. A- Turkey in Europe B- Research area in Turkey C- Study area D- Sample plots (Google Earth, 2021).

The data of Armutlu meteorological station, located at the closest distance to the study area, were used to determine the climatic characteristics of the sampling area. The annual precipitation is 632-693 mm, while the annual temperature is 13.7-14.2°C, and the highest annual temperature is between 18.6 and 19.1°C (GDM, 2021). According to Erinç method, climate type of the sampling area is semi-humid (Özyuvacı, 1999).

The bedrocks are granitoid and gneiss according to Geological Map of Turkey (GDMRE, 2021), the soil type is Cambisols (IUSS Working Group WRB, 2015). Also, loamy sand and sandy loam soil texture are widespread in the area.

2.2. Sampling Method and Laboratory Analyses

Pure stone pine samples at mature stands were collected from 10 plots that had different aspect, altitude, inclination and slope position. The sampling areas were $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$. The angle of inclination and the altitude were measured by using the inclinometer and the altimeter, respectively. On the other hand, the aspect was recorded by compass. Slope position was calculated as a percentage in relation to the length of the whole slope. The sampling was completed in May. In each sampling plot, needle, wood, bark, and root samples were collected from three trees in the dominant layer. Needle samples were collected from a height of around 7 meters from the ground with the help of scissors. Needle samples were collected from canopy at the four directions equally by taking into consideration the needles ages and they were compared. Wood and bark samples were collected from the diameter at breast height of the sampled trees with increment borer. In addition, root samples $\leq 5 \text{ cm}$ in diameter were extracted from soil by digging the bottom of the sampled trees with pickaxe. The samples were cleaned, and they were carried to the laboratory together with the other samples.

The samples (10 plots×3 replications×4 components = 120 samples) belong to tree components (needle, wood, bark, and root) were dried at a temperature of 65°C until they reached constant weight and grained for carbon analysis. LECO CNH TruSpec analyser (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA) was used to analyse the carbon concentration of the samples).

2.3. Collecting Plant Samples for Identification

Research field is in the A2 square according to the grid system of Davis. During the fieldworks plant samples were collected as research materials. The plant samples were collected with their flowers, fruits, leaves, stems, and roots which help the identification of the plants. For the identification of plant samples following references were used: Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000). 44 taxa belong to 25 family were identified in the area, and the list of them is given below.

Research field is in the A2 square according to the grid system of Davis. During the fieldworks plant samples were collected as research materials. The plant samples were collected with their flowers, fruits, leaves, stems, and roots which help the identification of the plants. For the identification of plant samples following references were used: Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000). 44 taxa belong to 25 family were identified in the area, and the list of them is given below.

Aegilops triuncialis subsp. *triuncialis* L., *Aegonychon purpureocaeruleum* (L.) Holub, *Andryala integrifolia* L., *Arbutus andrachne* L., *Arbutus unedo* L., *Arisarum vulgare* O.Targ.Tozz., *Asparagus aphyllus* subsp. *orientalis* (Baker) P.H.Davis, *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., *Briza maxima* L., *Campanula lyrata* subsp. *lyrata* Lam., *Clematis flammula* L., *Cistus creticus* L., *Cotinus coggygria* Scop., *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna*, *Cynosurus echinatus* L., *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *anatolicum* (Boiss.) Gams, *Eremopoa capillaris* R.R.Mill, *Erica manipuliflora* Salisb., *Filago arvensis* L., *Genista acanthoclada* DC., *Geranium robertianum* L., *Hippocrepis emerus* subsp. *emeroides* (Boiss. & Spruner) Lassen, *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Lavandula pedunculata* subsp. *cariensis* (Boiss.) Upson & S.Andrews, *Lonicera etrusca* var. *etrusca* Santi, *Micromeria myrtifolia* Boiss. & Hohen., *Ornithopus compressus* L., *Paliurus spina-christi* P. Mill., *Petrorhagia dubia* (Raf.) G.López & Romo, *Phillyrea latifolia* L., *Pinus pinea* L., *Pistacia terebinthus* subsp. *terebinthus* L., *Poa bulbosa* L., *Prasium majus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Rumex acetosella* L., *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach, *Silene italica* subsp. *italica* (L.) Pers., *Teucrium polium* L. subsp. *polium*, *Trifolium arvense* var. *arvense* L., *Trifolium campestre* subsp. *campestre* var. *campestre* Schreb., *Trifolium cherleri* L., *Quercus infectoria* subsp. *infectoria* Oliv., *Quercus pubescens* subsp. *pubescens* Willd.

2.4. Evaluation

The single tree biomass for the stances ($20.0 < dbh < 51.9$, here dbh is the diameter at breast height) reported by Tolunay et al. (2017) was used to determine the ratio of the various tree components (needle, wood, bark, and root) mass to the above-ground and total tree biomass. The ratios of needle, wood and bark masses for above-ground biomass were calculated as 0.0625, 0.8656 and 0.0719 respectively, while the ratios of needle, wood, bark and root masses for the total tree biomass were found to be 0.0519, 0.7191, 0.0597 and 0.1693 respectively.

The weighted carbon concentration of above ground and total tree biomass were calculated according to Eq. (1) (Erkan and Güner, 2018) given below.

$$wcc = \frac{\sum(ccci * cbi)}{100} \quad (2.1)$$

where; wcc is weighted carbon concentration of total biomass (%); ccci is carbon concentration of ith tree component (%); cbi is biomass ratio of ith tree component in total tree biomass (%).

The normality of the data set and also the homogeneity were checked by Shapiro-Wilk and Levene's tests, respectively. All data set exhibited both normally distributed and homogeneous in variance. The differences between the carbon concentration of the wood components were evaluated using variance analysis. Duncan test was used for the datasets that were found to have statistically significant differences following the analysis of variance. Results are accepted statistically significant at $\alpha=0.05$ level. For the statistical analyses, SPSS statistical software was used (SPSS v.22.0®, 2015).

3. Results and Discussion

3.1. Habitat characteristics of the sample plots

Some site characteristics of sampling areas are presented in Table 1. According to this, the sampling areas are located on 20-132 m altitudes, 2-38% slopes, on sunny and shady aspects, and in the middle and upper slope fields mainly.

Table 1
Some site characteristics of the sample plots

Sample plot	Coordinates (UTM)		Altitude (m)	Inclination (%)	Aspect (°)	Slope position (%)	Location
	GZ	Latitude Longitude					
1	35T	0658278 4484733	80	33	270 (W)	33 (MS)	Armutlu
2	35T	0658252 4484658	70	35	270 (W)	54 (MS)	Armutlu
3	35T	0659009 4483888	35	2	90 (E)	28 (MS)	Armutlu
4	35T	0660006 4483159	20	18	45 (NE)	60 (MS)	Armutlu
5	35T	0673121 4483390	86	38	270 (W)	27 (MS)	Armutlu
6	35T	0674980 4483214	54	22	180 (S)	5 (US)	Gemlik
7	35T	0674985 4483260	65	22	180 (S)	7 (US)	Gemlik
8	35T	0674998 4483708	132	15	135 (SE)	1 (US)	Gemlik
9	35T	0675144 4483278	56	15	90 (E)	41 (MS)	Gemlik
10	35T	0675144 4483389	78	19	90 (E)	62 (MS)	Gemlik

GZ: grid zone, N: north, NE: northeast, E: east, SE: southeast, S: south, SW: southwest, W: west, NW: northwest, US: upper slope, MS: middle slope

3.2. Carbon concentration of tree components

The descriptive statistics of carbon concentration of tree components are presented in Table 2, while the results of the analysis of variance are given in Fig. 2. Statistically significant differences were found between the carbon concentrations of tree components ($P<0.001$). Needle (%51.65), and roots (%51.67) had the lowest carbon concentration while the highest carbon concentration was found in wood (%54.74) and barks (%54.93) (Table 2, Fig. 2). Similar findings were reported by the studies conducted on different species such as *P. sylvestris* (Çömez, 2012; Erkan and Güner, 2018), *P. nigra* (Güner and Çömez, 2017), and *Cedrus libani* (Karataş et al., 2017), *Abies equitrojani* (Güner, 2019), and *P. pinaster* (Bert and Danjon 2006, Tolunay et al. 2017; Güner et al., 2019). In the study conducted on black pine afforestation areas, it was reported that the carbon concentration of barks was higher than that of the other tree components, which was associated with the high amount of lignin and extractive substances in barks (Güner and Çömez, 2017). The maximum lignin content of wood is around 30% in coniferous species while it is as high as 55% in barks. Moreover, the extractive substance content of barks is known to be 3 times higher than that of wood (Dönmez and Dönmez, 2013). In this study, the absence of a statistically significant difference between the carbon concentrations of wood and bark is thought to be due to the closeness of the wood and bark chemical compositions of the stone pine stands in the researched ecozone. The reason of this situation should be revealed by new researches. However, in the

study by Durkaya et al. (2015) conducted on *P. brutia*, *P. sylvestris* and *P. nigra* species, needle had the highest carbon concentration, and it was reported as 52.1; 52.6 and 52.3 respectively. Similarly, in the studies conducted on *Abies bormülleriana* (Durkaya et al. 2013a) and Taurus cedar (Durkaya et al., 2013b) needle had the highest carbon concentration. It is thought that this situation is caused by the differences between the seasons when the samples were collected, stand development stages and habitat characteristics. Likewise, it was stated that carbon concentration differs depending on habitat characteristics (Erkan and Güner 2018, Güner 2019) and stand development stages (Çömez, 2012; Makineci et al., 2015; Güner and Çömez, 2017; Karataş et al., 2017).

Table 2

Some statistics for carbon concentration (%) in tree components (n=30)

Tree Component	Mean	Min.	Max	Std. Dev.
Needle	51.65	51.22	52.10	0.34
Root	51.67	50.66	52.46	0.63
Wood	54.74	51.46	58.25	2.00
Bark	54.93	54.30	55.69	0.49
Weighted mean (Aboveground)	54.56			
Weighted mean (Above- and belowground)	54.07			

Stem wood is the most important carbon sink among the tree components, and its carbon concentration for stone pine was found as 54.74%. This ratio is reported to be 53.0% for the stone pine forests in Portugal (Correia et al., 2010), and it was found as 50.17% for the stone pine plantations in Terkos dune (İstanbul) (Tolunay et al., 2017) (Table 3). Our findings regarding the stem wood were closer to the study conducted in Portugal by Correia et al., (2010). It was thought that 4.5% difference between the two studies conducted in Turkey on the carbon concentration of stem wood may be mostly due to the difference between the establishment of the stands and the ecozones of the research areas. In this study, carbon concentration of needles was found as 51.65%, and it was 45.0% in the study conducted in Portugal (Correia et al., 2010), while it was 49.74% in the study conducted in Turkey (Tolunay et al., 2017). As in stem wood, there are significant differences between studies in terms of needle carbon concentration. It is reasonable to argue that the differences between the habitat characteristics of the research areas play an important role for these results.

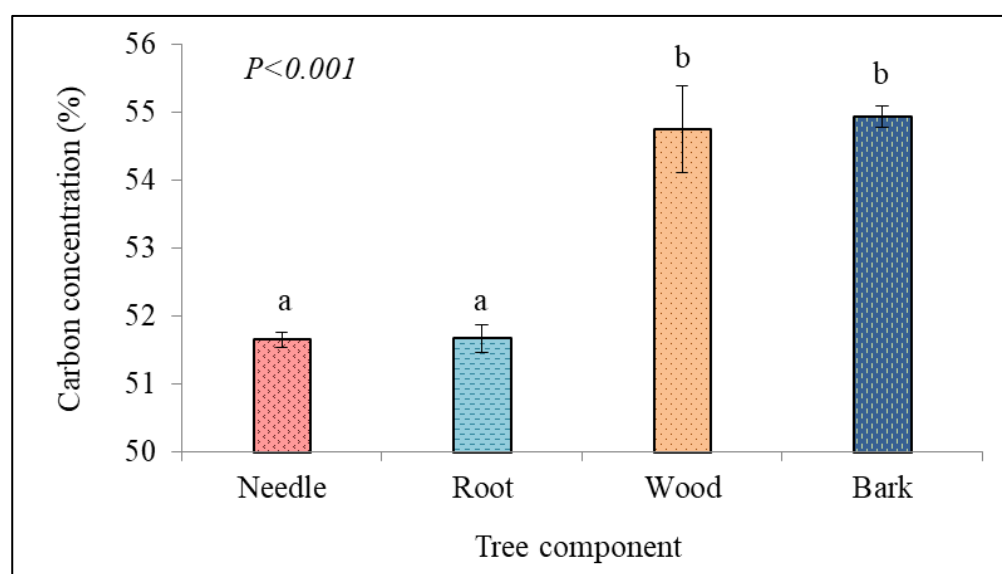


Figure 2. Mean carbon concentration of tree components and \pm standard errors. Mean values of each component represented by the same letters were not statistically different from one another at the level of $\alpha=0.05$

Table 3

Carbon concentration of tree components in pine species (% , Mean)

Species	Tree components					Reference
	Root	Wood	Branch	Needle	Bark	
<i>Pinus pinea</i>	51.67	54.74	-	51.65	54.93	This study
<i>Pinus pinea</i>	50.0	53.0	51.0	45.0	54.0	Correia et al., 2010
<i>Pinus pinea</i>	49.59	50.17	50.77	49.74	53.38	Tolunay et al., 2017

3.3. Weighted carbon concentration

The weighted carbon concentration for stone pine was 54,56%, for above-ground biomass and 54,07% for the total tree biomass (Table 2). In studies conducted on different tree species in Turkey, the weighted carbon concentration of the total tree mass was reported as 51.96% for natural *P. sylvestris* (Tolunay, 2009), 52.46% (Çömez, 2012) and 52.37 % (Erkan and Güner, 2018) as 52.15 % for Kazdağı fir (Güner, 2019); as 53,86 % for *P. nigra* (Güner and Çömez, 2017); as %51.27 for Taurus cedar (Karataş et al., 2017); and as 51.44 % for *P. pinaster* (Güner et al., 2019). The weighted carbon concentration for stone pine plantation was 50.48%, for above-ground biomass and 50.32 % for the total tree biomass (Tolunay et al., 2017). It is thought that 4% difference between the two studies conducted in Turkey on stone pine may be mostly due to the differences between the establishment of forests and habitat characteristics.

According to AFOLU guidelines, if there is no research on the concerned tree species, carbon concentration should be taken as 51% for conifers for carbon sink reporting (IPCC 2006). On the other hand, in many forest-sector carbon balance calculations, carbon concentrations of tree components other than stem wood were not taken into consideration. However, it was shown by our results as well as some of the recent research findings (Çömez, 2012; Güner and Çömez, 2017; Karataş et al., 2017; Tolunay et al., 2017) that there was a significant difference between the carbon concentrations of tree components. Therefore, the coefficients should be recalculated taking into account of the carbon concentration of weighted tree components for more accurate results.

4. Conclusion

In this study, it was determined that the carbon concentration of tree components in stone pine forests showed significant differences and varied between 51.55% and 54.93%. It was found that weighted carbon concentration was 54.07% for whole tree biomass and 54.56% for above-ground biomass. The results of this study indicate that the biomass ratios of the tree components (needle, wood, bark, and root) should be taken into account while calculating the carbon concentration for a more reliable carbon inventory.

Acknowledgement

This research was supported by Turkish General Directorate of Forestry for data collection. We would like to thank Dr. Aydın Çömez for carrying out the carbon analyses.

Author Contributions

Author Bilge Tunçkol: Gathered and analyzed data.

Author Ş. Teoman Güner: He made statistical analyzes of the study and wrote the article.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

References

- Anşın, R. (1983). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, *Karadeniz Üniversitesi Dergisi* 6: 2.
- Bert, D., and Danjon, F. (2006). Carbon concentration variation in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). *Forest Ecology and Management* 222: 279-295.
- Correia, A.C., Tome, M., Pacheco, C.A., Faias, S., Dias, A.C., Freire, J., Carvalho, P.O., Pereira, J.S. (2010). Biomass allometry and carbon factors for a Mediterranean pine (*Pinus pinea* L.) in Portugal. *For. Syst.* 19, 418-433
- Çömez, A. (2012). Sündiken Dağları'ndaki (Eskişehir) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi, *Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını*, Eskişehir.
- Davis, PH. (ed.) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume: 1-9 Edinburg University Press, Edinburg.
- Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. (ed.) (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume: 10 (Supplement), Edinburg University Press, Edinburg.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Karaburk, T. (2013a). Estimating above-ground biomass and carbon stock of individual trees in uneven-aged Uludag fir stands, *Fresenius Environmental Bulletin* 22(2): 428-434.
- Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Ülküdür, M. (2013b). Estimation of above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *iForest* 6: 278-284.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, Orhan, I. (2015). Aboveground biomass and carbon storage relationship of Turkish pines, *Fresenius Environmental Bulletin* 24(11): 3573-3583.
- Dönmez, İ.E. and Dönmez, Ş. (2013). Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkanları, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 14: 156-162.
- Erkan, N., Güner, Ş.T. (2018). Determination of carbon concentration of tree components for Scotch pine forests in Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya) Region, *Forestist* 68(2): 87-92.
- GDMRE. (2021). 1:500,000 Scale Geological Inventory Map Series of Turkey.
- GDM. (2021). Meteorological Data. Turkish General Directorate of Meteorology. Ankara.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, KHC. (ed.) (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume:11(Supp. 2), Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Güner, Ş.T and Çömez, A. (2017). Biomass equations and changes in carbon stock in afforested black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 26(3): 2368-2379.
- Güner, Ş.T. (2019). Changes in carbon concentration of tree components for Kazdağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) forests, *Fresenius Environmental Bulletin* 28(1): 116-123.
- Güner, Ş.T., Özel, C., Türkkan, M., Akgül, S. (2019). Türkiye'deki sahilçamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının değişimi, *Ormanlık Araştırma Dergisi* 6(2): 167-176. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.546116>.
- IPCC. (2003). Good Practise Guidance For Land Use, Land-use Change and Forestry, In: IGES, Eds. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraisky, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F., IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html [Ziyaret tarihi: 17.02.2021].
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [Ziyaret tarihi: 04.01.2021].
- IUSS Working Group WRB. (2015). World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, p 192.
- Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş.T. (2017). Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi, *Ormanlık Araştırma Dergisi* 4(2): 107-120.

- Laiho, R., Laine, J. (1997). Tree stand biomass and carbon content in an age sequence of drained pine mires in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 93(1-2), 161-169.
- Lamlom, SH., Savidge, RA. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* 25(4), 381-388.
- Makineci, E., Özdemir, E., Çaliskan, S., Yilmaz, E., Kumbasli, M., Keten, A., Beşkardeş, V., Zengin, H., Yilmaz, H. (2015). Ecosystem carbon pools of coppice-originated oak forests at different development stages, *European Journal of Forest Research* 134(2): 319-333.
- Malmsheimer, RW., Bowyer, JL., Fried, JS., Gee, E., Izlar, R., Miner, RA., Stewart, WC. (2011). Managing forests because carbon matters: integrating energy, products, and land management policy. *Journal of Forestry* 109 (7S): S7-S50, 109(7S), S7-S50.
- Özyuvacı, N. (1999). Meteorology and Climatology [Meteoroloji ve Klimatoloji]. Istanbul University Faculty of Forestry Press No. 460, Istanbul, p 369. (In Turkish).
- Serengil, Y. (2018). İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi. Tarım/Orman ve Diğer Arazi Kullanımları. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Shaw, G.R. (1914). The Genus *Pinus* L., Pines: Contribution to Knowledge, ISSN 0374-5651, 127 p., Průhonice
- SPSS v.22.0®, (2015). SPSS 22.0 Guide to Data Analysis, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Thomas, SC., Malczewski, G. (2007). Wood carbon content of tree species in Eastern China: Interspecific variability and the importance of the volatile fraction. *Journal of Environmental Management* 85(3), 659-662.
- Tolunay, D. (2009). Carbon concentration of tree components, forest floor and understory in young *Pinus sylvestris* stands in north-western Turkey, *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 394-402.
- Tolunay, D., Makineci, E., Şahin, A., Özturba, A.G., Pehlivan, S., Abdelkaim, M. A. (2017). İstanbul-Durusu Kumul Alanlarındaki Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ve Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Karbon Birikimi, TÜBİTAK TOVAG Proje Nu: 114O797, 148 s., İstanbul.
- Yaltrık, F. (1988). Dendroloji, Gymnospermae, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 3443/386, Taş matbaası, İstanbul, 320s.

Türkiye’de Hızlı Büyüyen Türlerle Ait Spektral Kütüphane Kurulması: Kavak Türleri Çalışması

Ayhan Ateşoğlu^{1,*}, Taşkın Kavzoğlu³, İsmail Çölkesen³, Şeyma Özlüsoylu^{1,2}, Hasan Tonbul³, E. Özlem Yıldız³, M. Yusuf Öztürk³

^{1,*}Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

²Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

³Harita Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 07.04.2022

Kabul: 02.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Son yıllarda hızlı gelişen türler ve klonların belirli üretim teknik ve sistemlerle yetiştirilmesi, odun hammaddenin arzının karşılanması noktasında büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, dünyada ve Türkiye’de kavak türleri ve klonları kullanılarak geniş ölçekte endüstriyel plantasyonlar oluşturulmaktadır. Türkiye’de yetiştirilen kavak türlerinin ayrımı, yayılış alanlarının tespiti, izlenmesi ve değerlendirilmesi geleceğe yönelik odun hammaddesi yönetim ve planlamalarına altlık oluşturmaktadır. Son yıllarda, orman alanlarının izlenmesi için tercih edilen ve yaygın kullanılan yaklaşım, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin entegrasyonudur. Kavak yetiştirme sahalarının diğer türlerin yetiştirme alanlarından ayrılması ve alansal tespitinin yapılabilmesi için türlerin spektral özelliklerinin bilinmesi gerekir. Enerji nesne arasındaki ilişki, nesnelerin spektral imzası olarak tanımlanmakta ve görüntü üzerinden farklı spektral özelliklere sahip nesnelerin ayırt edilmesinde kullanılan temel veri kaynağı niteliğindedir. Bu çalışma kapsamında, farklı endüstriyel kavak tür ve klonlarını içerisinde barındıran Sakarya-Akyazı, Uşak-Sivaslı, Afyonkarahisar-Çay ve Kırşehir-Özbağ ilçelerinde belirlenen örnekleme alanlarında, *Populus deltoides* Bartr. “Samsun (I-77/51)”, *Populus x euramericana* “I-214”, *Populus x euramericana* “I-45/51”, *Populus nigra* L. “Kocabey (TR-77/10)” klonları ve *Populus nigra* L. (Karakavak) türü için spektrometre cihazı yardımıyla spektral ölçüm çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kavak tür ve klonlarına ait, 380-720 nm dalga boyu aralığının mavi bandında tüm kavak tür ve klonlarının benzer spektral karakteristiğe sahip olduğu fakat yeşil ve kırmızı/kırmızı-kenar bantlarda spektral yansıma değerlerinde farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Elektromanyetik spektrumun özellikle kızılötesi bölgesinde *Populus nigra* L. “Kocabey (TR 77/10)” klonunun diğerlerinden daha rahat ayırt edilebildiği gözlenmiştir. Elektromanyetik spektrumun kısa dalga kızılötesi bölgesinde ise klonal spektral özelliklerinin diğerlerinden farklılaştığı, bu sayede görünür veya yakın kızılötesi bölgede ayırt edilemeyen tür ve klonların bu bölgede ayırt edilebildiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Hızlı büyüyen tür, kavak, spektral kütüphane, spektrometre, uzaktan algılama

Development of Spectral Library for The Fast-Growing Species in Turkey: The Poplar Species Case

^{1,*}Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Türkiye

²Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Türkiye

³Department of Geomatics Engineering, Faculty of Engineering, Bartın University, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 07.04.2022


Accepted: 02.06.2022

Published: 15.08.2022


Research Article


Abstract – In recent years, fast-growing species and clones, grown with different production techniques and systems, has a great importance in meeting the wood raw material supply. In this context, industrial plantations are created on a large scale by using poplar species and their clones in the world and in Turkey. The separation of poplar species in Turkey, the determination of their distribution areas and their monitoring form the basis for future wood raw material management and planning. Lately, the preferred and widely used approach for monitoring forest areas is the integration of remote sensing and geographic information systems. In order to distinguish poplar growing sites from the growing areas of other species and to make spatial determination, it is necessary to know their spectral characteristics. The relationship between the energy and object is defined as the spectral signature of the objects, and it is the main data source used to distinguish objects with different spectral properties over the image. Within the scope of this study, spectral measurements were taken for clones *Populus deltoides* Bartr. “Samsun (I-77/51)”, *Populus x euramericana* “I-214”, *Populus x euramericana* “I-45/51”, *Populus nigra* L. “Kocabey (TR-77/10)” and species *Populus nigra* L. (Karakavak) with the help of spectroradiometer device in the sampling areas determined in Sakarya-Akyazı, Uşak-Sivaslı, Afyonkarahisar-Çay ve Kırşehir-Özbağ districts, which contain different industrial poplar species and clones. It was determined that all poplar species and clones have similar spectral characteristics in the blue band of the 380-720 nm wavelength range, but there were differences in spectral reflectance values in the green and red/red-edge bands. It was also observed that *Populus nigra* L. “Kocabey (TR 77/10)” clone could be more effectively distinguished than the others, especially in the infrared region of the electromagnetic spectrum. In the short-wave infrared region of the electromagnetic spectrum, species and clones that cannot be distinguished in the visible or near-infrared region can be distinguished due to the differentiation of their clonal spectral characteristics.


Keywords – Fast growing species, poplar, spectral library, spectroradiometer, remote sensing

^{1*}  aatesoglu@bartin.edu.tr


³  icolkesen@gtu.edu.tr

⁵  htonbul@gtu.edu.tr

⁷  m.ozturk2020@gtu.edu.tr

²  kavzoglu@gtu.edu.tr

⁴  seymaozlusoylu@gmail.com

⁶  coyilmaz@gtu.edu.tr

* aatesoglu@bartin.edu.tr

1. Giriş

Ormancılık ve tarımsal ormancılıkta sıklıkla kullanılan “Hızlı Gelişen Türler” ifadesi, büyük ölçekli plantasyon sahalarından odun hammaddesi ihtiyacını karşılamak amaçlı türler için kullanılmaktadır. Düşük maliyetlerle, odun hammaddesi ihtiyacının karşılanması temel amacı oluşturmaktadır. Ekosistem açısından bu sürecin sürdürülebilir olması da ana esastır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2020 yılında yayınlanan Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi (FRA) raporuna göre, dünya genelindeki toplam orman alanı 4,06 milyar hektardır ve toplam arazi alanının %31’ni kapsamaktadır (FAO, 2020). Orman alanlarının varlığı dünya ekosistemi için çok önemli bir yerde ve anlamda bulunmakla birlikte hızlı nüfus artışı ve endüstriyel büyüme, orman hammadde ürünlerine olan talebi de arttırmaktadır. Doğal ormanların büyüyen talepleri karşılama noktasında yetersiz kalması ve ekosistem güvenliği gibi nedenlerden, ülkeler farklı çözüm yollarına gitmişlerdir. Bu bağlamda doğal ormanlara ikame oluşturabilecek yine odun hammaddesine yönelik hızlı gelişen türlerin plantasyonları gündeme gelmiştir. Hızlı gelişen türlerle yapılan endüstriyel plantasyonların ana amacı, birim alanda en yüksek hacim veren genetik olarak ıslah edilmiş ürünün ekonomik olarak elde edilmesidir. Sürdürülebilirlik de buradaki esas unsurdur. Bu durum, hızlı gelişen tür, iyi bonitet ve mekanizasyon imkânlarının bir arada olmasıyla sağlanabilir (Durkaya, 2002). Bu amaçla, birçok ülkede genetik nitelikleri artırılmış ağaçlarla endüstriyel plantasyonların kurulması ve yaygınlaştırılması teşvik edilmektedir. Günümüzde doğal ormanlara kıyasla çok yüksek miktarda odun hammaddesi doğal ormanlara nazaran hızlı gelişen türlerden karşılanmaktadır. Şili, Yeni Zelanda, Avustralya, Güney Afrika vb. ülkeler, endüstriyel plantasyonlar kurmuşlar ve uluslararası orman ürünleri ticaretinde etkili olmuşlardır (Asan, 1998). Odun hammaddesi talebinin ülke genelinde karşılanamamasından ötürü hammadde ithalatı yoluna gidilmekte ve endüstriyel plantasyonların da hızlı gelişen türlerle yapılması yoluna gidilmektedir (Velioğlu vd., 2020). Endüstriyel plantasyon işletmeciliği ile amaçlanan diğer bir olgu da ormancılık projeleri kapsamında ekonomik faydaların yanı sıra, ekolojik işlevlere odaklanmasıdır.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) bölgesinde endüstriyel kereste ve yakıt amaçlı kullanılan odun hammaddesi tüketiminin 2018 yılında 1,4 milyar m³ olduğu tahmin edilmiştir. Bu rakam 2017 ile karşılaştırıldığında, yaklaşık %5 artış göstermiştir. UNECE bölgesinde endüstriyel kereste kullanımı 2018’e kadar geçen beş yılda 1,19 milyar m³’e yükselmiştir. Bu rakam 2014’e göre %5,1 artış göstermiştir. Yakıt amaçlı kullanılan odun hammaddesi tüketimi 2017’de 3 milyon m³ artarak 221,5 milyon m³’e yükselmiştir. 2018 yılında UNECE bölgesinde hasat edilen toplam odun hammaddesi hacminin yaklaşık %18’i yakıt için (257,1 milyon m³) kullanılmıştır ve 2017’ye göre 9,2 milyon m³ (%3,7) artış göstermiştir (URL-1).

Endüstriyel plantasyon işletmeciliğinin ana türlerinden biri de kavaktır. Kavak (*Populus L.*), tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) grubunun *Angiospermae* alt şubesine bağlı *Dicotyledonae* sınıfına giren *Salicales* takımına ait *Salicaceae* familyası içinde yer almaktadır (Tunçtaner, 2008). Kavak cinsi *Turanga*, *Leuce*, *Aigeiros*, *Tacamahaca* ve *Leucoides* olmak üzere beş seksiyona ayrılmaktadır (Birler, 2010). *Aigeiros* seksiyonundan olan Amerikan karakavakları (*Populus deltoides*) ile Asya-Avrupa karakavakları (*Populus nigra L.*) arasındaki melezlemelerden elde edilen kültüvarlara melez kavak (*Populus x euramericana*) denilmektedir (Atmaca, 2018). Ülkemizde ılıman bölgelerde Melez kavak (*Populus x euramericana*) ve Amerikan karakavağı (*Populus deltoides* Marsh.) yetiştirilmesine rağmen, doğal olarak yayılış gösteren ve ekolojik değere sahip Karakavak (*Populus nigra L.*), Titrek kavak (*Populus tremula*), Akkavak (*Populus alba*), Fırat kavağı (*Populus euphratica*) ve Boz kavak (*Populus x canescens*) olarak 5 kavak türümüz mevcuttur (Velioğlu vd., 2020).

Kavağın hızlı büyüme göstermesi, üretimi ve melezleme kolaylığı ile farklı toprak ve iklim koşullarına kolay adapte olması, fazlaca tür, varyete, kültivar ve kolonlarının bulunması, geniş kullanım alanına sahip olması ve geleneksel olarak birçok ülkede şahıs arazileri üzerinde üretiliyor olması gibi nedenlerden kavak tercih edilen bir tür olmuştur (Ercan, 2014). 1900’lerin başında mobilya fabrikalarına hafif, işlenmesi, emprenye edilmesi ve boyanması kolay bir hammadde sağlamak amacıyla endüstriyel bir ağaç olarak yetiştirilmiştir. Aynı yüzyılın sonunda Avrupa ve Kuzey Amerika’da düşük kaliteli ahşap üreterek, mobilya endüstrisine yüksek

değerli kaplama kütük sunmak yerine, kağıt hamuru fabrikalarının, yonga levha fabrikalarının ve biyoenerji tesislerinin taleplerini karşılamak için odun ve yonga üretilmiştir (Spinelli, 2022).

Kavak endüstriyel plantasyonları kontrplak, yuvarlak ağaç veya biyokütle için dikilmiş binlerce hektar ile Dünya çapında verimli ağaçlandırma ormancılığının ana kaynaklarından birini oluşturur. Atmosferden CO₂'yi uzaklaştırma yeteneğinin yanı sıra, uzun ömürlü ahşap esaslı ürünler için kavak kerestesinin kullanımı önemli bir karbon deposudur (Marchi vd., 2022). Kavak plantasyonları sayesinde doğal ormanlara yönelik tahribat engellenmiş ve ormanlar üzerindeki baskının azalması sağlanmıştır. Ayrıca ekolojik dengenin gözetilmesi ve ekosistemin sürdürülebilirliği açısından da önemli faydaları olmuştur. Özellikle yetişme ortamı iyi derecede olan ziraat ve orman alanları üzerinde kavak plantasyonlarının yetiştirilmesi, doğal orman alanlarının üzerindeki baskıyı azaltacaktır. Ayrıca özel arazilere dikimlerin yaygınlaştırılması ile birlikte, hızlı büyüyen yüksek verimli plantasyonların geliştirilmesi ve yönetimi karlı bir yatırımdır. Öncelikle hızlı büyüyen kavak plantasyonlarının yaygınlaştırılması, gerekli teknik ve işletme yönetimi desteklerinin sağlanması önemlidir. Bu amaçla birçok ülke hızlı gelişen türlere yönelik idari kadrolarını güçlendirmiş ve gerekli destekleri ülkesel ölçekte yaygınlaştırmaktadır. Bu durum, yatırımcıların işletme amacı, ekonomik faydalarını en üst düzeye çıkarma hedeflerine de katkı sunmaktadır (Wu vd., 2010)

Uluslararası Kavak Komisyonu'nun 2016 yılında toplanan 27 üye ülke raporuna göre; Dünyada hızlı gelişen türlerden kavak ve söğütün yayılışı 103 milyon hektardır. Bunun 54,5 milyon hektarı kavak, 8,5 milyon hektarı söğüt ve 1 milyon hektarı da kavak ve söğüt karışık ormanıdır. 64 milyon hektarlık kavak alanının 25 milyonu Rusya'da, 17,3 milyon hektarı Kanada'da, 10,2 milyon hektarı ABD'de ve 1,4 milyon hektarı Çin'de bulunmaktadır. Dört ülkenin toplam kavak alanı, dünyadaki kavak alanlarının %99'unu oluşturmaktadır. Dünyada kavak plantasyonu saha büyüklüğü açısından Ülkemiz dördüncü sırayı almaktadır (Atmaca, 2018). Güncel verilere göre, kavak ağaçları dünya çapında yaklaşık 31,4 milyon hektarlık alanda yetiştirilmektedir. En büyük plantasyon sahasına Kanada ve Çin sahiptir, bunları Fransa ve İtalya ile Avrupa takip etmektedir. İtalya'da, yaklaşık 43.400 hektarlık alan Kuzey İtalya'da Po vadisinde yer almaktadır (Marchi vd., 2022). Türkiye'de ise 3,5 milyon m³/yıl üzerinde kavak odun hammaddesi üretilmektedir. Üretilen hammaddenin, yaklaşık 1,5 milyon m³/yıl yerli karakavak klonlarından, yaklaşık 2 milyon m³/yıl ise yabancı kavak klonlarından sağlanmaktadır (Birler, 2010). Doğal ormanlar, toplam orman alanının yaklaşık 3,75 milyar hektarını yani %93'ünü kaplamaktadır. Plantasyon ormanları da Dünya çapında 131 milyon hektarı kaplamakta ve tüm ekili orman alanlarının %45'ini oluşturmaktadır (Seng Hua vd. 2022). Türkiye 2020 yılı verilerine göre 22,6 milyon hektar orman alanına sahip olup, Dünyada 27. sırada yer alırken, bunun %25'i yerli hızlı gelişen türlerin meşcerelerinden oluşmakta, bunların da yıllık üretiminin 9,3 milyon m³ olduğu tahmin edilmektedir. Doğal ormanlarımızdan elde edilen yıllık ortalama odun hammaddesi miktarı 18.356.251 m³/yıl ve bu üretimin yaklaşık %31'i (5.726.149 m³/yıl) hızlı gelişen türlerin doğal meşcerelerinden sağlanmıştır. Hızlı gelişen türlerin endüstriyel plantasyonlarından odun üretimi ise yaklaşık 3,6 milyon m³/yıl olarak belirlenmiştir. Kavak plantasyonlarından üretilen yıllık ortalama odun üretimi 3.385.154 m³/yıl olup, bu üretim hızlı gelişen tür plantasyonlarından elde edilen toplam üretimin %94'ünü oluşturmaktadır (Tablo 1) (Velioğlu vd., 2020).

Günümüzde her türlü plantasyon alanlarının belirlenmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi, gelecek perspektifinin oluşturulabilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en yaygın olarak kullanılanı uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegre çalışmalarıdır (Hu vd., 2010; Kunwar vd., 2010; Royer vd., 2011; Kavzoğlu ve Çölkesen, 2011). Özellikle Türkiye'de yetiştirilen kavak alanların belirlenmesi ve envanter tespiti uygulamalarında saha çalışmalarına/gözlemlerine dayalı yöntemler uygulanmaktadır. Söz konusu yöntemler yüksek maliyet, zaman ve işgücü ihtiyacı gerektirmekle birlikte, elde edilen sonuçlar değişkenlik göstermekte ve doğruluk açısından yetersiz kalmaktadır. Bu noktada uzaktan algılama teknolojisi yardımıyla kavak ekili alanların yüksek doğrulukta tespiti çok daha hızlı, ekonomik ve asgari işgücü ihtiyacı ile belirlenebilmektedir (Tonbul vd., 2020; Kavzoglu vd., 2021a). Avrupa Uzay Ajansı tarafından yürütülen Kopernik programı kapsamında ücretsiz 10 metre çözünürlüklü görüntü sağlayabilen Sentinel-2 misyonu sayesinde periyodik olarak kavak alanlarının uzaktan algılamayla izlenmesi çalışmaları hız kazanmıştır (Ahmadloo vd., 2021; D'Amico vd., 2021; Hamrouni vd., 2021).

Tablo 1
Türkiye’deki Hızlı Gelişen Türlerin Alanları (Velioglu vd., 2020)

Sınıflar	Türler	Alan (ha)
Doğal Ormanlar	<i>Populus tremula</i>	287.005,5
	<i>Salix</i> spp.	3.020,1
	<i>Pinus brutia</i>	4.612.156
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	14.057,6
	<i>Alnus</i> spp.	210.223,1
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	3.518,4
	<i>Prunus avium</i>	10.730,5
	Toplam	5.140.711,2
Plantasyonlar	<i>Populus deltoides</i> ,	75.000
	<i>Populus x.euramericana</i>	
	<i>Populus nigra</i>	65.000
	<i>Pinus pinaster</i>	57.378,4
	<i>Eucalyptus</i> spp.	5.212,7
	<i>Pinus radiata</i>	1.709,2
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	1.347
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	608,6
	<i>Prunus avium</i>	232
	<i>Pinus taeda</i>	36,3
Toplam	206.524,2	
Tarımsal	Kavaklar	3.600
Ormancılık	Toplam	3.600

Bununla birlikte uydu görüntülerinin sahip olduğu zamansal çözünürlük sayesinde ekim yapılan alanlara dair envanterin güncel tutulması ve zaman içerisinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi noktasında önemli bir avantaj sağlanmaktadır. Uydu görüntüleri üzerinden benzer spektral özelliklere sahip ağaç türlerinin ayırt edilmesinde, kavak ağacı türünün yansıma özelliklerinin tespit edilerek ağaç türlerine ait spektral özellikleri gösteren spektral kütüphanelerin oluşturulması da yersel spektral ölçülerin kullanılması büyük önem arz etmektedir (Kavzoglu vd., 2021b). Spektral kütüphaneler ağaç türlerinin spektral özellikleri ölçülerek oluşturulmaktadır. Spektral özelliklerin analizi sonucunda, ağaç türlerinin spektrumun hangi bölgesinde ayırt edilebilir olduğuna yönelik detaylı analizler yapılabilmektedir. Bu sayede oluşturulan kütüphane, uydu görüntüsünün seçiminde ve örnek alanların tespitinde kaynak niteliğindedir (Çölkesen, 2015).

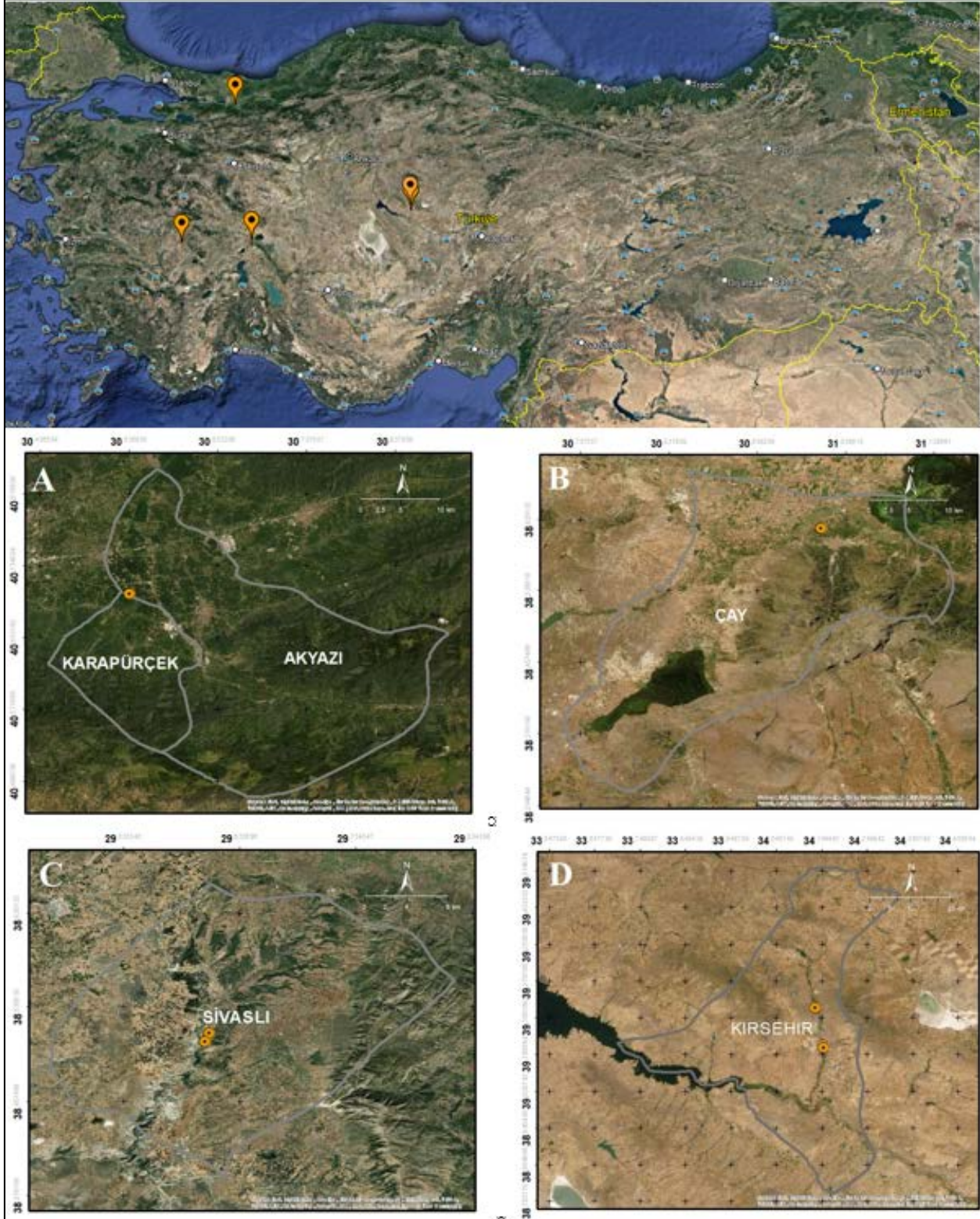
Çalışmanın amacı, ülkemiz için önemli endüstriyel ürünler arasında olan kavak yetiştirme sahalarının tespiti, envanter yönetimi planlamaları için yüksek doğruluğa sahip tematik haritaların hazırlanarak altlık olarak kullanılmak üzere detaylı bir spektral kütüphane hazırlanması ve yöntemsel akışın planlanmasıdır. Bu kapsamda farklı endüstriyel kavak klonlarının üretiminin yapıldığı Sakarya-Akyazı, Uşak-Sivaslı, Afyon-Çay ve Kırşehir-Özbağ ilçeleri çalışma alanı olarak tespit edilmiş ve bu alanlarda vejetasyon dönemi içerisinde arazide örnekleme noktalarında spektral ölçümler gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Kavak ekili alanların geleneksel saha çalışmalarıyla tespiti ve envanter oluşturulmasında, uzaktan algılama teknolojisinin yersel spektral ölçülerle ilişkilendirilerek, hızlı, daha düşük maliyetli ve yüksek doğrulukla kavak üretim alanlarının tespit edilmesi amaçlı *Populus deltoides* Bartr. “Samsun (I-77/51)”, *Populus x euramericana* “I-214”, *Populus x euramericana* “I-45/51”, *Populus nigra* L. “Kocabey (TR-77/10)” klonları ve *Populus nigra* L. (Karakavak) türü belirlenmiş olup, buldukları bölgelere göre dört farklı alanda çalışılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

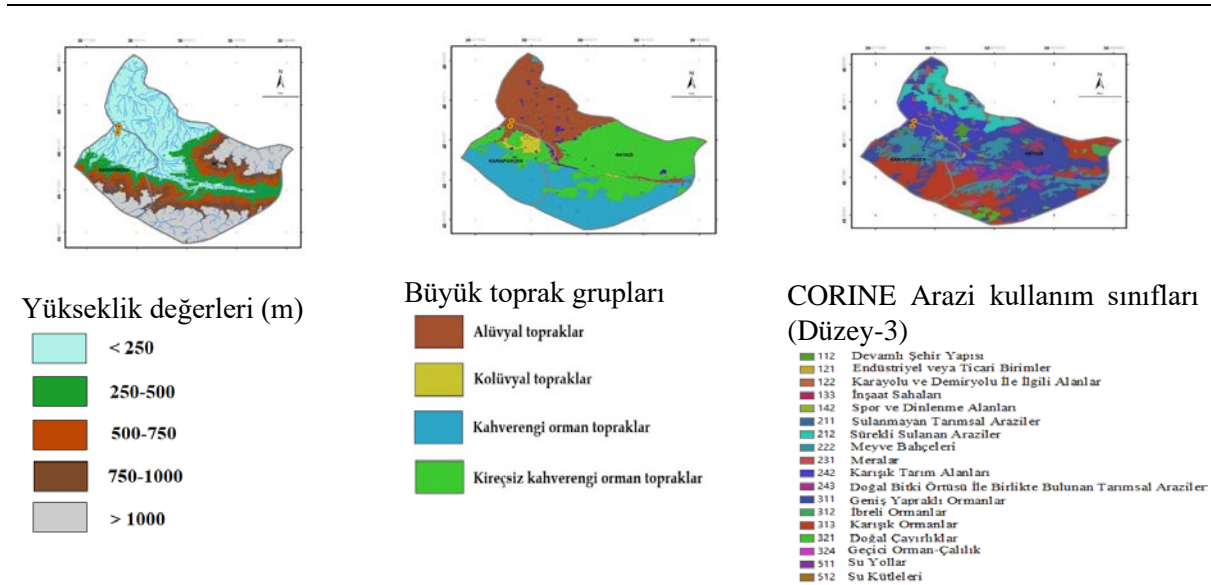
Bu çalışma kapsamında, farklı endüstriyel kavak tür ve klonlarını içerisinde barındıran Sakarya-Akyazı, Uşak-Sivaslı, Afyonkarahisar-Çay ve Kırşehir-Özbağ ilçelerinde belirlenen örnekleme alanlarında spektral ölçüm çalışmaları yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanları. Sakarya ili Akyazı ilçesi Çıldır Köyü (A), Afyonkarahisar ili Çay ilçesi mevki (B), Uşak ili Sivaslı İlçesi Azizler Köyü mevki (C), Kırşehir ile Özbağ ilçesi mevki (D)

2.1.1. Sakarya (Akyazı)

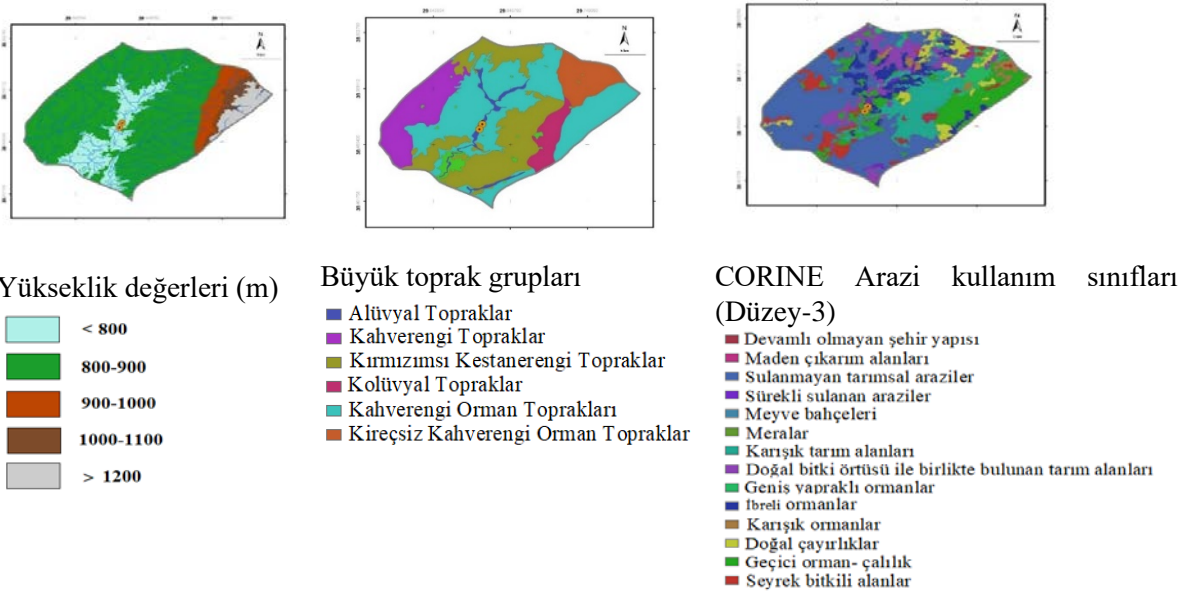
Akyazı-Karapürçek ilçeleri yaklaşık 50 m deniz seviyesinden yükseklikte bulunan, Güney, Güneybatı ve Güneydoğusu dağlarla çevrili ovaya kurulmuş bir ilçedir. Şekil 2’de bölgenin yükseklik değişimini gösteren yükseklik haritası, temel toprak sınıflamasını gösteren toprak haritası ve CORINE sisteminde arazi kullanım sınıflarını gösteren tematik harita verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere, bölgede jeolojik formasyon olarak alüvyon grubu en fazla görülen formasyon yapısıdır. Toprak grubu olarak 191 km² alüvyol toprak alanı içermektedir. Dağlık alanlarda ise iki farklı tipte 567 km² orman toprağı barındırmaktadır. Geneli alüvyol topraklar üzerine kurulu 422 km² tarım alanı varlığı bulunmaktadır. Orman varlığı olarak, 259 km² koru ormanı olmak üzere ağaçlandırma, bozuk alanlar ve maki alanları ile birlikte toplam 402 km²’dir. 2007 verilerine göre Sakarya ili genelinde 8750 hektar kavak alanı mevcut olup, geçen zaman içerisinde bu alanlarda da artış olduğu gözlenmiştir. Kavak üretiminin yaklaşık %70’ini Adapazarı, Akyazı, %30’unu ise Karasu, Gevye, Hendek, Taraklı ilçe ve köylerinde yapılmaktadır (Karakaya, 2009).



Şekil 2. Sakarya-Akyazı ilçesi yükseklik (sol), toprak haritası (orta) ve arazi örtüsü (sağ) haritaları

2.1.2. Uşak (Sivaslı)

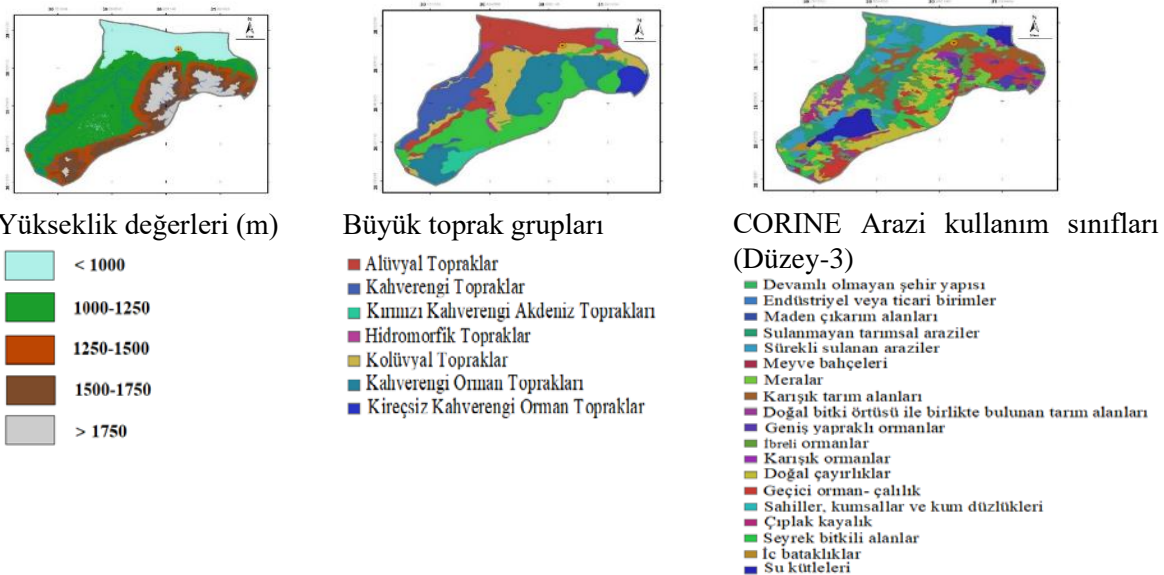
Sivaslı ilçesi, Bulcaz dağlarının eteğine kurulu olup, genellikle düz ve düze yakın arazi yapısına sahiptir (URL-2). Kavak yetiştiriciliği halkın geçim kaynaklarından biridir. Banaz çayı çevresinde ve çayın geçtiği Azizler, Budaklar gibi köylerde kavak yetiştirme sahaları bulunmaktadır. Bölgede Kanada cinsi kavaklar yetiştirilmekte ve kavaklardan elde edilen keresteler de ilçeye yakın illerin kereste fabrikalarına pazarlanmıştır (Özav, 2002). Ölçümlerin gerçekleştirildiği çalışma alanı, Uşak-Sivaslı sınırları içerisinde yaklaşık 750 m deniz seviyesinden yükseklikte yer almaktadır (Şekil 3). Çalışma alanının Doğu-Kuzeydoğu kısmını dağlık alanlar kaplamaktadır. İlçenin büyük bir alanı kırmızımsı kestane rengi toprak (133 km²) ve kahverengi orman toprağından (203 km²) oluşmaktadır. Deneme alanı ise alüvyol topraklar üzerinde yer almaktadır. Arazi sınıfları incelendiğinde bölgenin büyük bir kısmı (yaklaşık 320 km²) tarım alanları olarak kullanılmaktadır. Bölgenin genelindeki orman alanı bozuk baltalık (86 km²) alanı olmakla birlikte, yaklaşık 26 km² ise koru ormanı statüsündedir.



Şekil 3. Uşak-Sivahlı ilçesi yükseklik (sol), toprak haritası (orta) ve arazi örtüsü (sağ) haritaları

2.1.3. Afyonkarahisar (Çay)

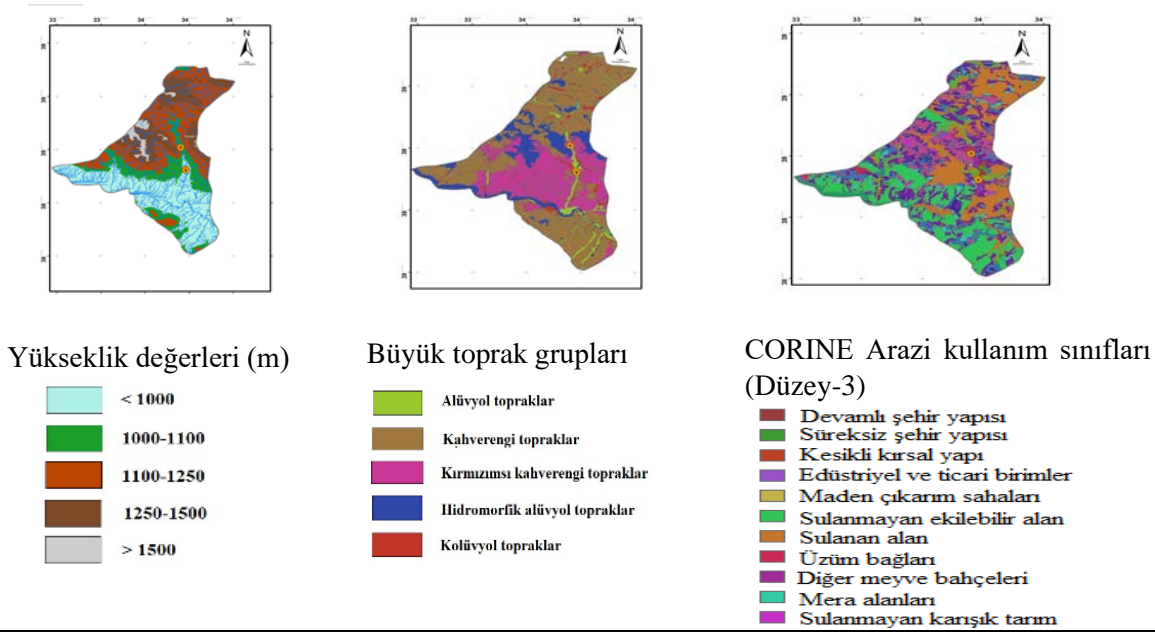
Çay ilçesi Ege, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri'nin kesiştiği bir konumda yer almaktadır. 1.010 m rakıma sahip olan ilçenin ekonomisi sulu tarıma dayalıdır. Kışları sert ve soğuk, yazlar sıcak ve kurak yapıda karasal bir iklime sahip olan ilçe Temmuz ve Ağustos ayları dışında her ay yağış almaktadır (URL-3). Ölçümlerin gerçekleştirildiği çalışma alanı, Afyonkarahisar-Çay sınırları içerisinde yaklaşık 1.000 m deniz seviyesinden yükseklikte yer almaktadır (Şekil 4). Toprak grupları olarak ilçe genel olarak alüvyol topraklar (143 km²), kolüvyal topraklar (109 km²) ve kahverengi orman topraklarından (160 km²) oluşmaktadır. İlçenin arazi kullanım sınıfları incelendiğinde, çalışma alanında 661 km²'lik alanda farklı tarım aktiviteleri gerçekleştirilmektedir. Orman alanları içerisinde ağaçlandırma alanları bulunmakla birlikte, ormanlık alanlarının genel olarak bozuk yapıda baltalık ve kuru ormanı karakterinde olduğu gözlenmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Afyon-Çay ilçesi yükseklik (sol), toprak haritası (orta) ve arazi örtüsü (sağ) haritaları

2.1.4. Kırşehir (Özbağ)

İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Havzası'nda yer alan, yaklaşık 1000 m yükseklikte kurulmuş ve 6.570 m² yüzölçümüne sahip olan Kırşehir, doğu ve güneydoğuda Nevşehir, güneyde Aksaray, kuzeybatıda Kırıkkale, kuzeydoğu ve doğuda Yozgat, batıda Ankara ile çevrilidir (URL-4). Kırşehir'in %17,2 sis dağlarla kaplı olup, alanın %18,3'ü ovalarla kaplıdır. Alüvyol, kolüvyol ve kahverengi topraklarla zengin olan Kırşehir ve çevresi genel bozkır görünümündedir (Şekil 5). Deneme alanlarının bulunduğu alan jeolojik alan olarak alüvyon saha üzerinde yer almakta olup, büyük toprak grupları içerisinde alüvyol topraklar üzerinde yer almaktadır. Bölgedeki kavak meşcerelerinin sulanabilir nitelikte olduğu görülmektedir. Deneme alanlarının meşcere dağılım haritası incelendiğinde, bölgenin tamamının tarım alanları statüsünde olduğu, orman alan varlığı olarak doğal bitki örtüsü ve seyrek bitki alanlar gözlenmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Kırşehir-Özbağ ilçesi yükseklik (sol), toprak haritası (orta) ve arazi örtüsü (sağ) haritaları

2.2. Spektral Ölçümler

Uzaktan algılanmış verilerin bilgisayar ortamında analizinde yeryüzü nesnelere spektral özelliklerinin bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Elektromanyetik spektrumun görünür bölgesi olarak bilinen 380-720 nm dalga boyu aralığında yaprakta yer alan pigmentler (özellikle klorofil pigmenti) spektral yansımaya karakteristiğinin tespit edilmesi bakımından büyük önem arz etmektedir. Bu bölgede yer alan kırmızı ve mavi bantlarda klorofil soğurmasının oldukça yüksek olduğu görülürken klorofil soğurmasının yeşil bantta daha düşük bir seviyede olduğu bilinmektedir. Öte yandan, sağlıklı yaprağın gelen enerjinin çok az bir kısmını soğurup büyük bir kısmını yansıtması sebebiyle elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi (NIR) dalga boyu aralığında spektral yansımının önemli derecede arttığı bilinmektedir. Ayrıca, kısa dalga boyu kızılötesi (SWIR) bölgede yaprakta bulunan su miktarı spektral yansımaya karakteristiğini etkileyen önemli bir etmendir. Bu bölgede, su soğurma bantları olarak da ifade edilen dalga boylarında (1350-1460 nm, 1790-1960 nm ve 2365-2500 nm aralığı) gelen enerjinin büyük bir kısmı soğurulmaktadır (Lo, 1986; Çölkesen, 2015). Enerji nesne arasındaki bu ilişki, nesnelere spektral imzası olarak tanımlanmakta ve görüntü üzerinden farklı spektral özelliklere sahip nesnelere ayırt edilmesinde kullanılan temel veri kaynağı durumundadır.

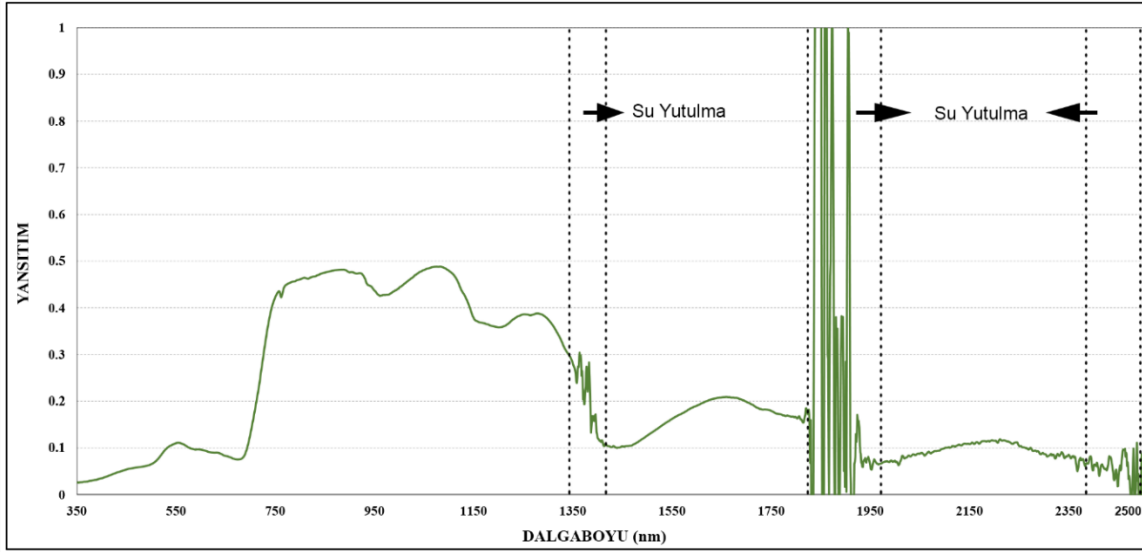
Spektroradyometre, belirli bir dalga boyu bölgesindeki ışınım (radyasyon) dağılımını ölçmek için fotoğraf filmi dışında detektörler kullanan optik bir cihazdır. Bu çalışma kapsamında, belirlenen dört farklı çalışma alanında tespit edilen kavak tür ve klonları için vejetasyon dönemi içerisinde spektral özellikler 350-2500 nm dalga boyu aralığında yansımaya özelliklerini ölçme yeteneğine sahip ASD Fieldspec3 cihazı yardımıyla arazide spektral ölçüm çalışmaları yapılmıştır. Kullanılan spektroradyometre cihazı; yansıtım, geçirgenlik veya ışınım ölçümünü gerektiren birçok uygulama alanında kullanılan genel amaçlı bir spektroradyometredir. Spektral

yansıtım değerleri ölçümlerinden önce spektrometre cihazının kalibrasyonu özel olarak üretilen beyaz referans paneli kullanılarak yapılmıştır. Spektral ölçümlerin gerçekleştirilmesinde; öncelikli olarak kanopi ölçümleri gerçekleştirilmiş olup, temel amaç uydu bakış açısının tesis edilerek belirli bir yükseklikten kavak ağaçlarına ait spektral yansımaların kaydedilmesidir. Bu sayede uydu görüntüleri ile spektral ölçüler ilişkilendirilerek görüntü üzerinden ayırt edilmesi gerçekleştirilmektedir. Bunun yansıra uydu görüntülerindeki piksellerin sahip olduğu parlaklık değerlerinden reflektans (yansıma) değerlerine dönüşümde yine söz konusu spektral eğriler kullanılabilir. Farklı çalışma alanlarında vinç üzerinden gerçekleştirilen kanopi ölçümlerine ait çeşitli görseller Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Çalışma sahalarında gerçekleştirilen kanopi spektral ölçümleri

Elektromanyetik spektrumun bazı spektral bölgelerinde toprağa ulaşan güneş ışınımı su emilimi nedeniyle çok düşük olabilmektedir. Özellikle, su yutulma bantlarının yer aldığı kısa dalga boyu kızılötesi (SWIR) bölgede gürültü miktarı ciddi oranda artış göstermektedir. Kanopi ölçümlerinde yani direkt olarak kavak ağaçlarının güneş ışığı ile etkileşimi sonucu yansıyan enerjinin ölçüldüğü durumda söz konusu etkiler belirgin olarak spektral ölçülerde görülmektedir. Şekil 7'de su soğurma veya yutulması sonucunda ortaya çıkan bozucu etkiler 18 Mayıs 2021 tarihinde Afyon ili Çay ilçesinde kanopi ölçümleri gerçekleştirilen *Populus nigra* L. "Kocabey (TR-77/10)" klonundan elde edilen örnek spektral yansıma eğrisi grafiğinde görülmektedir.



Şekil 7. *Populus nigra* L. “Kocabey (TR-77/10)” klonuna ait su yutulma bölgelerini de içine alan spektral yansımaya eğrisi

Şekilden de görüleceği üzere elektromanyetik spektrumun özellikle 1400, 1900 ve 2500 nm civarı kuvvetli su soğurması nedeniyle sinyal üzerinde bozucu bir etki ortaya çıkmaktadır. Literatürde bu bölgeler su soğurma bantları olarak ifade edilir ve mevcut uzaktan algılama sistemleri bu bozucu etki nedeniyle bu bölgelerde algılama yapmayacak şekilde tasarlanmaktadır. Bu nedenle, kanopi ölçüleri yardımıyla elde edilen spektral yansımaya ölçülerinden söz konusu su soğurma bantlarının bulunduğu bölgeler (1350-1460 nm, 1790-1960 nm ve 2365-2500 nm) çıkartılarak analizler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Arazi Ölçümleri

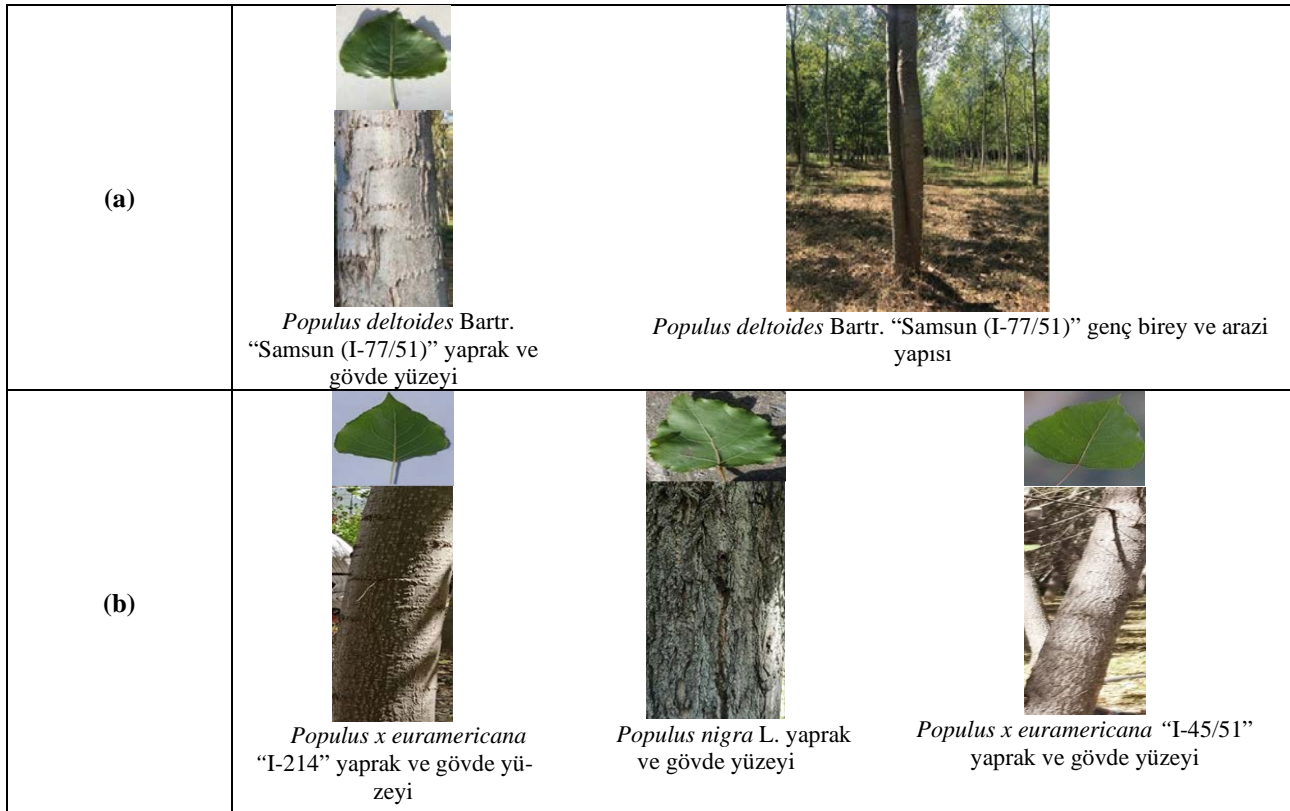
Saha çalışmaları kapsamında, arazide tespit edilen örnekleme alanlarında belirlenen kavak tür ve klonları için gövde ve yaprak yüzeyleri incelenmiştir (Şekil 8). Sakarya ili Akyazı ilçesi Çıldırlar köyünde, *Populus deltoides* Bartr. “Samsun (I-77/51)” klonunun dişi ve erkek bireyleri üzerinde çalışılmıştır. “Samsun (I-77/51)” klonunun 3-18-25-21 cm çapında, 3-17-22-16 m boyunda ve 1-5-8-5 yaşında olan bireylerinden örnekler alınmıştır (Şekil 8a). Uşak ili Sivashlı ilçesi Azizler köyü mevkiinde, Amerikan karakavakları (*Populus deltoides*) ile Asya-Avrupa karakavakları (*Populus nigra* L.) arasındaki melezlemelerden elde edilen *Populus x euramericana*'nın “I-214” ve “I-45/51” klonları ve ülkemizde doğal yayılış gösteren *Populus nigra* L. üzerinde çalışılmıştır (Şekil 8b). Arazide örnek alınan ağaçların çap, boy ve yaşları ölçülmüş olup, “I-214” klonunun 19,5 cm çapında, 14,9 m boyunda ve 11 yaşında olduğu, *Populus nigra* L. türünün 52 cm çapında, 35,7 m boyunda ve 36 yaşında olduğu, “I-45/51” klonunun da 27 cm çapında, 28,5 m boyunda ve 13 yaşında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Afyonkarahisar ili Çay ilçesinde, *Populus nigra* L. “Kocabey (TR 77/10)” ve *Populus nigra* L. üzerinde yapılan çalışma neticesinde çap, boy ve yaş ölçümleri yapılmış olup, “Kocabey (TR 77/10)” klonunun 33 cm çapında, 22 m boyunda ve 25 yaşında olduğu, *Populus nigra* L. türünün de 18 cm çapında, 17 m boyunda ve 16 yaşında olduğu belirlenmiştir (Şekil 8c). Kırşehir ili Özbağ kasabasında bulunan *Populus nigra* L. “Kocabey (TR 77/10)” kavak klonu üzerinde üç farklı bölgede yapılan çalışma neticesinde 36-21-32 cm çapında, 19-17-16 boyunda ve 10-9-11 yaşındaki bireylere rastlanılmıştır (Şekil 8d).

3.2. Spektral Ölçümler ve Analizler

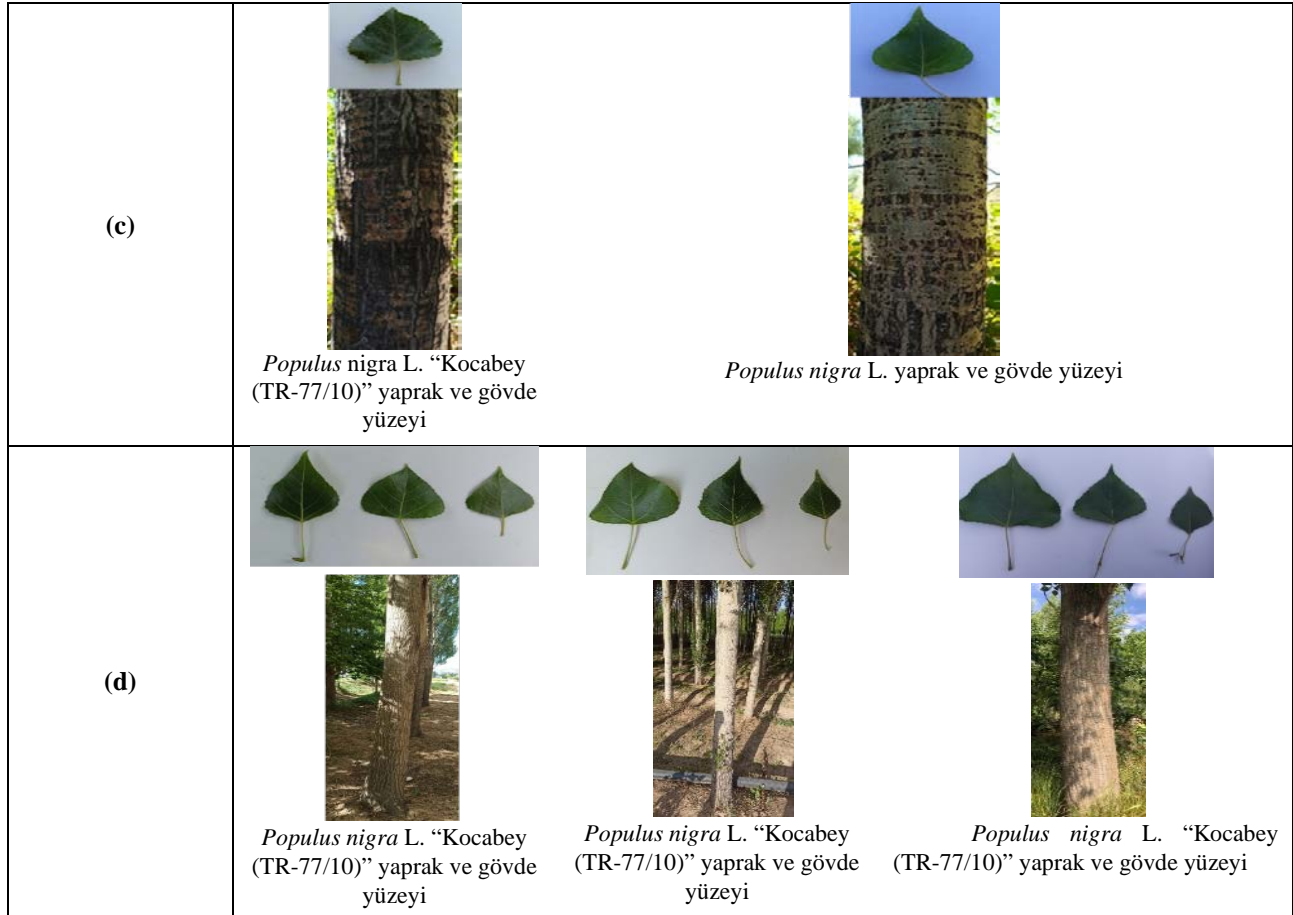
Vejetasyon ortası dönemde çalışma sahalarda belirlenen ve spektral yansımaya ölçümleri gerçekleştirilen kavak bitkisi tür ve klonlarına ait spektral kanopi yansımalarını toplu olarak değerlendirmek ve karşılaştırmak amacıyla ortalama kanopi spektral yansımaya değerleri hesaplanmış ve elde edilen spektral imzaları gösteren grafik Şekil 9'da verilmiştir. Çalışma sahalari içerisinde yer alan Sakarya-Akyazı, Uşak-Sivashlı,

Afyonkarahisar-Çay bölgelerindeki kavak tür ve klonlarına ait spektral ölçümler 18-20 Mayıs 2021 tarihleri aralığında gerçekleştirilirken, Kırşehir ili Özbağ beldesindeki kavak spektral ölçümleri 6 Temmuz 2021 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tüm saha çalışmalarındaki ölçümler vejetasyon dönemi yani büyüme mevsimi içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Kavak tür ve klonlarına ait spektral yansımaya sonuçları detaylı bir şekilde analiz edildiğinde; görünür bölge olarak bilinen 380-720 nm dalga boyu aralığının mavi bandında tüm kavak tür ve klonlarının benzer spektral karakteristiğe sahip olduğu fakat yeşil ve kırmızı/kırmızı-kenar bantlarda az da olsa spektral yansımada değerlerinde farklılıklar olduğu görülmüştür. Söz konusu spektral bölge içerisinde en yüksek spektral yansıtım değeri (0,267) Kırşehir ili Özbağ beldesinde bulunan *Populus nigra* L. “Kocabay (TR-77/10)” klonu için hesaplanırken, en düşük yansıtım değeri (0,0013) Uşak ili Sivaslı ilçesinde bulunan *Populus x euramericana* “I-214” klonu için hesaplanmıştır. Yakın kızılötesi bölgede ise tüm kavak tür ve klonları için spektral yansımaya değerlerinin dikkat çekici bir biçimde artış gösterdiği görülmüştür. Kavak tür ve klonlarına ait kanopilerin spektral yansımaya karakteristikleri yakın kızılötesi bölgede ele alındığında Kırşehir ili Özbağ beldesinde bulunan *Populus nigra* L. “Kocabay (TR-77/10)” klonunun gösterdiği yüksek yansıtım değerleriyle (0,764) diğer tür ve klonlardan net olarak ayırt edilebildiği görülmüştür. Ayrıca, Uşak ili Sivaslı ilçesinde bulunan *Populus nigra* L. türü ile Afyon ili Çay ilçesinde bulunan *Populus nigra* L. türünün aynı tür olmalarına rağmen yakın kızıl ötesi bölgede birbirlerinden oldukça farklı yansıtım değerleri sergiledikleri belirlenmiştir.

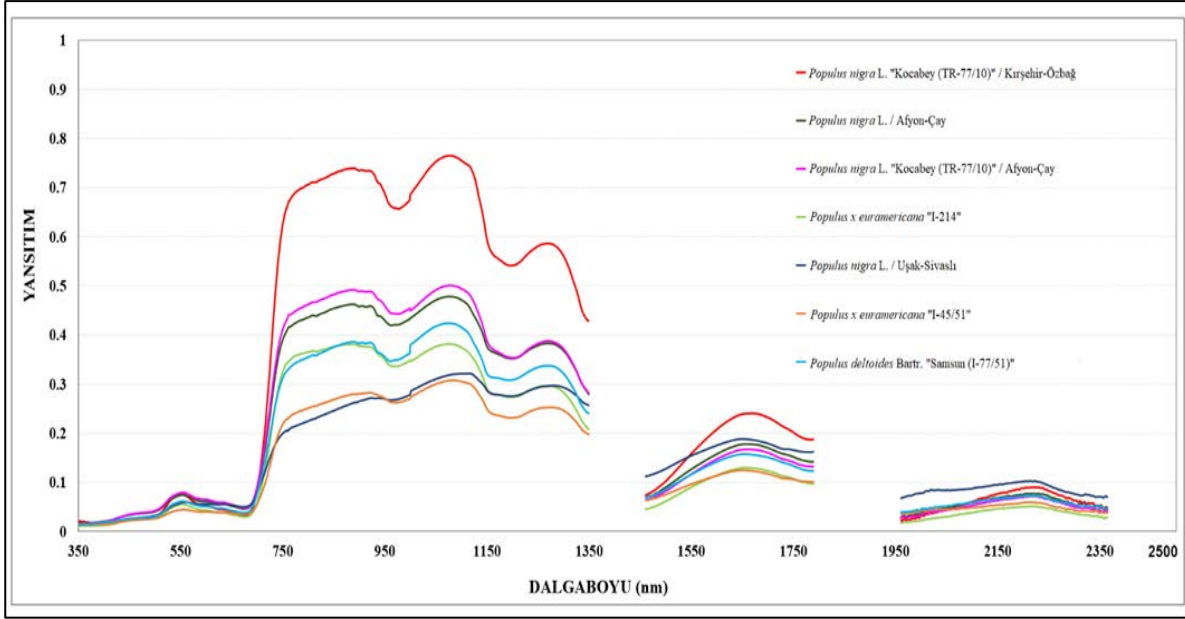


Şekil 8. Kavak klonları için gövde ve yaprak yüzey analizleri için yapılan arazi çalışmaları a) Sakarya-Akyazı, b) Uşak-Sivaslı, c) Afyon-Çay ve d) Kırşehir-Özbağ



Şekil 8. Kavak klonları için gövde ve yaprak yüzey analizleri için yapılan arazi çalışmaları a) Sakarya-Akyazı, b) Uşak-Sivaslı, c) Afyon-Çay ve d) Kırşehir-Özbağ (devam ediyor)

Kısa dalga kızılötesi bölgenin bir kısmını içeren 1460-1790 nm dalga boyu aralığında en yüksek spektral yansıtım değeri (0,240 yansıtım değeri) yakın kızıl ötesi bölgeye paralel olarak Kırşehir ili Özbağ beldesinde bulunan *Populus nigra* L. "Kocabey (TR-77/10)" klonu için hesaplanırken, en düşük yansıtım değeri (0,0046) Uşak ili Sivaslı ilçesinde bulunan *Populus x euramericana* "I-214" klonu için hesaplanmıştır. Son olarak, kısa dalga kızılötesi bölgenin bir kısmını içeren 1960-2365 nm dalga boyu aralıklarında genel olarak tüm tür ve klonlara ait yaprakların birbirlerine oldukça yakın yansıma değerleri sergiledikleri ve yansıtım değerlerinin 0,019 ve 0,102 değer aralıklarında olduğu görülmüştür. Bu bölgede en net ayrımın Uşak ili Sivaslı ilçesinde bulunan *Populus nigra* L. türü için yapılabileceği görülmektedir.



Şekil 9. Vejetasyon ortası dönemde gerçekleştirilen kanopi spektral yansıtma ölçümlerinin karşılaştırılması

4. Sonuç ve Öneriler

Hızlı gelişen ağaç türleri içerisinde kavak ağacı ülkemizde endüstriyel olarak ekimi yapılan ve ekonomik açıdan önemli bir değeri olan ağaç türüdür. Bu nedenle endüstriyel olarak ekimi yapılan kavak ağaçlarının mekânsal dağılımlarının belirlenmesi ve sürekli olarak takibi envanter planlamaları, kaynakların etkili olarak kullanımı ve sürdürülebilir yönetimi açısından büyük önem arz etmektedir. Kavak ekili alanların tespiti ile birlikte ekimi yapılan türlerin ayırt edilmesi ve haritalanması hususu özellikle rekolte hesaplamaları ve etkili envanter yönetimi için ayrı bir öneme sahiptir. Bu çalışma ana amacı, ülkemiz genelinde yoğun bir şekilde ekimi yapılan kavak tür ve klonlarının spektral özelliklerinin tespiti yapılarak spektral kütüphanenin oluşturulması amaçlı hazırlık ve öncül çalışmalarının gerçekleştirilmesidir. Bu amaca yönelik olarak tespit edilen dört farklı çalışma alanında mevcut kavak tür ve klonları vejetasyon ortası dönemde arazi çalışmaları ile spektral ölçümler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen spektral ölçümler detaylı bir şekilde analiz edilerek, Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen endüstriyel kavak tür ve klonlarına özgü spektral kütüphane oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında ölçümleri gerçekleştirilen kavak tür ve klonların spektral imzaları karşılaştırıldığında, elektromanyetik spektrumun görünür dalga boyu aralıklarında söz konusu farklı tür ve klonların birbirinden ayırt edilmesinin oldukça güç olduğu tespit edilmiştir. Fakat, kavak tür ve klonların ayırt edilmesi noktasında elektromanyetik spektrumun özellikle kızılötesi bölgesinde *Populus nigra* L. “Kocabey (TR 77/10)” klonunun diğerlerinden spektral olarak daha rahat ayırt edilebildiğini, diğer tür ve klonların ise bazı dalga boyu aralıklarında ayırt edilebilir olduğu gözlemlenmiştir. Elektromanyetik spektrumun kısa dalga kızılötesi bölgesinde ise bazı klonların spektral özelliklerinin diğerlerinden farklılaştığı, bu sayede görünür veya yakın kızılötesi bölgede ayırt edilemeyen türlerin bu bölgede ayırt edilebildiği tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen kavak tür ve klonlara ait spektral kütüphane özellikle uydu görüntüleri veya insansız hava aracı platformlarından elde edilen görüntüler üzerinden kavak envanter çıkarımında önemli bir kaynak olma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, kavak türlerinin ayırt edilmesi noktasında kullanılacak görüntülerin spektral özelliklerinin tespiti noktasında da benzer diğer çalışmalara yardımcı olacak değerli bir kaynaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 119O630 nolu proje ile desteklenmiştir. Proje boyunca desteğini esirgemeyen Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve Enstitüde görevli Başmühendis Cihan ATMACA'ya verdiği destekten dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Ahmadloo, F., Mirakhorlou, K., Calagari, M., ve Salehi, A. (2021). Using Sentinel-2 satellite image data and ground data to surveying and mapping poplar plantation of Tehran province. *Journal of Environmental Science and Technology*, 23(7), 253-266. 10.22034/JEST.2021.52793.5074
- Asan, Ü. (1998). Endüstriyel Plantasyonlar ve Türkiye'deki Uygulamalar. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar (Workshop) (pp. 25-37).
- Atmaca, C. (2018). *Çeşitli Kavak Klonlarının İlk Yıllardaki Performansı* (Yüksek lisans tezi) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Birler, A. S. (2010). Türkiye'de kavak yetiştirme: Fidanlık-ağaçlandırma-koruma-hâsılat-ekonomi-odun özellikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü.
- Çölkesen, İ. (2015). *Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Benzer Spektral Özelliklere Sahip Doğal Nesnelere Ayırt Edilmesine Yönelik Bir Metodoloji Geliştirme* (Doktora tezi) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- D'Amico, G., Francini, S., Giannetti, F., Vangi, E., Travaglini, D., Chianucci, F., Mattioli, W., Grotti, M., Puletti, N., Corona, P., ve Chirici, G. (2021). A deep learning approach for automatic mapping of poplar plantations using Sentinel-2 imagery, *GIScience & Remote Sensing*, 58(8), 1352-1368. <https://doi.org/10.1080/15481603.2021.1988427>
- Durkaya, A. (2002). Endüstriyel Plantasyon Tesisinde Kızılçamın Önemi ve Planlanmasında Uyulması Gereken İlkeler. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, 18-19 Nisan, İstanbul.
- Ercan, M. (2014). Kuruluşundan Günümüze Kavakçılık Araştırma Enstitüsü 1962-2014. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü. Müdürlük Yayın No: 270, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 25, İzmit.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>
- Hamrouni, Y., Paillassa, E., Chéret, V., Monteil, C., ve Sheeren, D. (2021). From local to global: A transfer learning-based approach for mapping poplar plantations at national scale using Sentinel-2. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 171, 76-100. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.10.018>
- Hu, G. Y., Dong, Z. B., Wei, Z. H., ve Lu, J. F. (2010). Land use and land cover change monitoring in the Zoige Wetland by remote sensing. Proceedings of Sixth International Symposium on Digital Earth: Data Processing and Applications, (Vol. 7841, pp. 52-82), United States: SPIE, September 9-12.
- Karakaya, S. (2009). Sakarya ili kavak üreticilerinin sosyo-ekonomik yapısı ve başarı düzeylerini etkileyen faktörler (Yüksek lisans tezi) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kavzoglu T., Colkesen I., Tonbul H., Ozturk, M.Y. (2021a). Evaluation of potential use of Worldview-3 imagery in object-based classification of hybrid poplar (*P. Deltoides*) cultivated fields, International Symposium on Applied Geoinformatics, Riga, Latvia, 2-3 Aralık.
- Kavzoglu T., Tonbul H., Colkesen I. (2021b). Evaluation of atmospheric correction methods for Sentinel-2 imagery in the spectral identification of poplar (*Populus Deltoides* Bartr.) species, 42nd Asian Conference on Remote Sensing, Can Tho city, Vietnam, 21-24 Kasım.
- Kavzoğlu, T., Colkesen, İ. (2011). Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları, Türkiye'de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26-27 Mayıs, İstanbul.
- Kunwar, P., Kachhwaha, T. S., Kumar, A., Agrawal, A. K., Singh, A. N., ve Mendiratta, N. (2010). Use of high-resolution IKONOS data and GIS technique for transformation of landuse/landcover for sustainable development. *Current Science*, 98(2), 204-212. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/24111511>
- Küçükosmanoğlu, F. (2009). Türkiye'deki Bazı Karakavak (*Populus Nigra* L.) Klonlarının Morfolojik Çeşitliliği Üzerine Araştırmalar (Yüksek lisans tezi) Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Lo, C. P. 1986. Applied Remote Sensing, New York: Longman.

- Marchi, M., Bergante, S., Ray, D., Barbetti, R., Facciotto, G., Chiarabaglio Pier, M., ve Nervo, G. (2022). Universal reaction norms for the sustainable cultivation of hybrid poplar clones under climate change in Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 15(1), 47. <https://doi.org/10.3832/ifor3989-015>
- Özav, L. (2002). Sivaslı İlçesinin Coğrafi Etüdü, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayın No. 30 Afyon.
- Royer, P. D., Cobb, N. S., Clifford, M. J., Huang, C. Y., Breshears, D. D., Adams, H. D., ve Villegas, J. C. (2011). Extreme climatic event-triggered overstorey vegetation loss increases understorey solar input regionally: primary and secondary ecological implications. *Journal of Ecology*, 99(3), 714-723. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01804.x>
- Seng Hua, L., Wei Chen, L., Antov, P., Kristak, L., ve Md Tahir, P. (2022). Engineering Wood Products from Eucalyptus spp. *Advances in Materials Science and Engineering*, 14 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/8000780>
- Spinelli, R., Kovac, B., Heger, P., Helig, D., Heil, B., Kovacs, G., ve Magagnotti, N. (2022). Manipulating grading strategy for the efficient harvesting of industrial poplar plantations. *International Journal of Forest Engineering*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/14942119.2022.2034404>
- Tonbul H., Colkesen I., ve Kavzoglu T. (2020). Classification of poplar trees with object-based ensemble learning algorithms using Sentinel-2A imagery, *Journal of Geodetic Science*, 10 (1), 14-22. <https://doi.org/10.1515/jogs-2020-0003>
- Tunçtaner, K. (2008). Kavaklarda Genetik Islah ve Seleksiyon. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.
- URL-1 (2019). <https://unece.org/forests/fpamr-2018-2019> (24.03.2022)
- URL-2 (2022). <http://sivasli.bel.tr/cografya-yapimiz/> (20.02.2022)
- URL-3 (2022). <https://www.cay.bel.tr/sayfa-354-tarihce.html> (10.01.2022)
- URL-4 (2022). <https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1r%C5%9Fehir> (11.02.2022)
- Velioğlu, E., Bostancı, Y. S., ve Akgül, S. (2020). Poplars, Willows, and Other Fast-Growing Trees in Turkey: Country Progress Report for the International Poplar Commission, Time Period: 2016 – 2019, Poplar and Fast-Growing Forest Trees Research Institute, İzmit / Turkey.
- Wu, B., Qi, Y., Ma, C., ve Zhang, H. (2010). Harvest evaluation model and system of fast-growing and high-yield poplar plantation. *Mathematical and Computer Modelling*, 51(11-12), 1444-1452. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2009.10.004>

Orman Ürünleri Sektöründe Risk Alma Davranışını Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi (TR42 Düzey 2 Bölgesi)

Tarık Gedik¹, Muhammet Çil^{1,*}, Derya Sevim Korkut¹, M. Nurullah Kurutkan²

¹Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye

²Sağlık Yönetimi Bölümü, İşletme Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 23.12.2021

Kabul: 01.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Orman ürünleri sektörü, işgücü yoğun bir sektör olmasından dolayı iş kazası ve meslek hastalığı bu sektörde yoğun bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Orman ürünleri sektöründe çalışma ortamının mekanik, fiziksel ve çevresel faktörlerinden kaynaklı olarak iş sağlığı ve güvenliği açısından olumsuzlukların ortaya çıkma potansiyeli yüksektir. Çalışma ortamlarında iş sağlığı ve güvenliği için gerekli tedbirlerin alınması ile iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilmesi mümkün olabilecektir. Bu çalışmada, TR42 Düzey 2 bölgesinde faaliyette bulunan orman ürünleri sektörlerinde mavi yakalı (işçi) ve beyaz yakalı (yönetici) çalışanların bakış açısı ile risk alma davranışını etkileyen faktörlerin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için çalışma bölgesinde orman ürünleri sanayisi için 10 ve daha fazla çalışanı olan 148 farklı işletme ve bu işletmelerde çalışan sayısı olan 10.835 çalışan çalışmanın evrenini oluşturmuştur. 2020 yılındaki pandemi (Covid-19) sürecinden dolayı 36'sı mobilya işletmesi, 28'i ağaç ve mantar ürünleri işletmesi olmak üzere toplam 64 farklı işletmeden 687 katılımcıya yüz yüze görüşme yöntemiyle ulaşılmıştır. Çalışmada veri elde etme aracı olarak anketlerden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda beyaz yakalılar, mavi yakalı çalışanların daha fazla risk alma eğilimi gösterdiklerini, işletme bünyesinde güvenlik ile ilgili konulara daha fazla önem verildiğini ve işletme bünyesinde çalışma koşullarının daha iyi olduğunu düşünmektedirler. Bu çalışma, hem beyaz yakalı hem de mavi yakalı çalışanların risk alma davranışına etki eden faktörlerin anlaşılmasına yönelik yol gösterici bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Risk alma davranışı, iş kazası, orman ürünleri sanayi

Investigation the Factors Affecting Risk-Taking Behavior in the Forest Products Sector (TR42 Level 2 Region)

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Düzce University, Düzce, Turkey

²Department of Health Management, Faculty of Business Administration, Düzce University, Düzce, Turkey

Article History

Received: 23.12.2021


Accepted: 01.06.2022

Published: 15.08.2022

Research Article


Abstract – Since the forest products industry is a labor-intensive that should be considered important in terms of occupational accidents and diseases. In the forest products industry sector, there is a high potential for the emergence of negativities in terms of occupational health and safety due to the working environment's mechanical, physical, and environmental factors. It will be possible to prevent occupational accidents and diseases by taking the necessary precautions for occupational health and safety in working environments. This study is aimed to examine the factors affecting risk-taking behavior from the perspective of blue-collar (employee) and white-collar (manager) workers in forest products industry sectors operating in the TR42 Level 2 region. For this purpose, 148 different enterprises with 10 or more employees for the forest products industry in the study region and 10835 employees with the number of employees in these enterprises consisted of the universe of the study. Due to the pandemic (Covid-19) process in 2020, 687 participants from a total of 64 different businesses, 36 and 28 of them from furniture and wood & cork products businesses, respectively, were reached through face-to-face interviews. Questionnaires were used as a data collection tool in the study. As a result, white-collar workers think that blue-collar workers tend to take more risks, more importance is given to security-related issues within the enterprise, and working conditions are better within the enterprise. This study will provide guiding information to understand the factors affecting the risk-taking behavior of both white-collar and blue-collar workers.

Keywords – Risk-taking behavior, occupational accident, forest products industry

¹  tarikgedik@duzce.edu.tr

²  muhammetcil@duzce.edu.tr

³  deryasevimkorkut@duzce.edu.tr

⁴  nurullahkurutkan@duzce.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Orman ürünleri sektörü, istihdam açısından ekonomik kalkınma için önemli sektörlerden bir tanesidir. Orman ürünleri sanayi işletmeleri üretimde önemli bir rol oynamakta ve ürünlerin büyük bir çoğunluğu küçük ve orta ölçekli işletmelerde üretilmektedir. Büyük ölçekli işletmeler, daha çok levha üretimine yoğunluk vermekte ve seri üretim yöntemleri ile ihracata yönelik üretim gerçekleştirmektedirler (Kara vd., 2019). Orman ürünleri sektörü, sahip olduğu istihdam ve üretim gücüyle beraber imalat sanayisi içerisinde üç farklı sektörde faaliyetini sürdürmektedir. Bu imalat sektörleri; 2 ana ve 21 alt üretim grubundan oluşan ağaç ürünleri ve mantar imalatı sektörü, 2 ana ve 20 alt üretim grubundan oluşan kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı sektörü ve 4 ana ve 15 alt üretim grubundan oluşan mobilya imalatı sektörlerinden oluşmaktadır (Akyüz vd., 2016).

Orman ürünleri sektörü Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nca belirlenen tehlike sınıfları tebliğinde "tehlikeli" kategorisinde yer almaktadır. Orman ürünleri sektörü sahip olduğu üretim yapısından dolayı birçok risk faktörünü de barındırmaktadır. Bu risk faktörleriyle birlikte üretim çeşitliliğinin, tehlike ve çalışan yapısında oluşan farklılıklar ile birleşmesi sonucu iş kazalarının daha fazla yaşanmasına sebep olmaktadır (Akyüz vd., 2018). İş kazalarının birçoğu tek bir faktöre bağlı olmamakla birlikte, bireysel, organizasyonel, işyeri ve ekonomik faktörler gibi alt faktörlerden de etkilenmektedir (Akyüz vd., 2020).

SGK 2020 yılı verilerine göre; Türkiye'de 384.262 iş kazası meydana gelmiş ve bu kazaların 1.231 (%0,32) tanesinin ölümle sonuçlandığı belirlenmiştir. 2020 yılı içinde meslek hastalığına yakalananların sayısı 908 olurken, meslek hastalığı sonucu ölenlerin sayısının 5 (%0,55) kişi olduğu tespit edilmiştir. İş kazalarından en çok 19 ile 41 yaş arası iş görenler etkilenmiştir. 2020 yılı SGK kayıtlarına göre Türkiye imalat sanayisi sektöründe 157.410 iş kazası meydana geldiği ve bu iş kazalarının 188 (%0,12) tanesinin ölümle sonuçlandığı yer almaktadır. Ayrıca 356 kişinin de meslek hastalığına yakalandığı belirtilmiştir. Türkiye ağaç ürünleri ve mobilya imalatı sektörlerinde 9.898 iş kazası gerçekleşmiş ve bu kazaların 13 (%0,13) tanesi ölümle sonuçlanmıştır. 2020 yılı için ağaç ürünleri ve mobilya imalatı sektörlerinde 9 kişinin meslek hastalığına yakalandığı rapor edilmiştir. Orman ürünleri sektörüne yönelik elde edilen bu sonuçlar, tüm imalat sektörlerine ait vakaların yaklaşık %6,28'ini oluşturmaktadır (SGK, 2020).

Orman ürünleri sektörünün büyümesiyle birlikte son beş yılda endüstriyel işletmelerdeki iş kazaları ve bu iş kazalarından kaynaklı ölüm ve yaralanmaların sayısında artış olmuştur (SGK, 2020). Bu durum, kötü çalışma koşullarının ve güvenli olmayan insan davranışlarının ortadan kaldırılmasının gerekli olduğunu göstermektedir (Man vd., 2017). İşletme bünyesinde çalışanların risk alma davranışlarına etki eden bireysel, organizasyonel, işyeri faktörleri ve bunların alt faktörlerinin önemi iş kazası açısından anlaşıldığında, iş kazaları ve buna bağlı ölümlerin sayısında azalma olacaktır.

Bu çalışmada temel amaç, TR42 Düzey 2 bölgesinde (Düzce, Bolu, Sakarya, Kocaeli ve Yalova) faaliyette bulunan orman ürünleri sanayi işletmelerinde mavi yakalılarının ve beyaz yakalılarının bakış açısı ile risk alma davranışını etkileyen faktörlerin irdelenmesidir. Ayrıca çalışmada mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların demografik özellikleri ile iş kazaları arasındaki ilişkilerin de ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma, TR42 Düzey 2 Bölgesinde (Düzce, Bolu, Sakarya, Kocaeli ve Yalova) yer alan, orman ürünleri sektörünün alt sektörleri olan ağaç ve mantar ürünleri ve mobilya sektörlerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma kapsamında ele alınan bu bölge Devlet Planlama Teşkilatı tarafından sosyal, ekonomik ve çevresel olmak üzere tüm alanlarda uzun vadeli gelecek vadeden bölge olarak gösterilmektedir (URL1 2022). Temmuz-2020 Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) sanayi veri tabanı kayıtlarına göre, TR42 Düzey 2 bölgesinde yer alan orman ürünleri sanayisi için 10 ve daha fazla çalışanı olan 148 işletme ve bu işletmelerde

çalışan 10.835 kişi çalışmanın evrenini oluşturmuştur (URL2 2020). Anket uygulaması Eylül-Aralık 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların tamamına ulaşılması hedeflenmiş olmasına rağmen, 2020 yılındaki pandemi (Covid-19) nedeniyle 28'i ağaç ve mantar ürünleri işletmesi, 36'sı mobilya işletmesi olmak üzere toplam 64 işletmede, 623 mavi yakalı çalışana ve 64 beyaz yakalı çalışana ulaşılabilmektedir.



Şekil 1. TR42 Düzey 2 bölgesindeki illerin coğrafi dağılımı (URL 1, 2022)

Çalışma kapsamında evreni temsil edecek örneklem hesaplanırken, işletme sayıları ile çalışan sayıları dikkate alınarak örnek büyüklüğü (2.1)'de verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır (Lemeshow vd., 1990).

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{N \cdot D^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q} \quad (2.1)$$

N: Evren,

n: Örnek büyüklüğü,

Z: Güven katsayısı (%95'lik güven katsayısı 1,96 alınmıştır),

P: Ölçmek istediğimiz özelliğin evrende bulunma ihtimali (Çalışma çok amaçlı olmasından dolayı bu oran %50 alınmıştır),

Q: Ölçmek istediğimiz özelliğin evrende bulunmama ihtimali (Çalışma çok amaçlı olmasından dolayı bu oran %50 alınmıştır) ve

D: Kabul edilen örnekleme hatası (%5 alınmıştır).

Yapılan hesaplamalar sonucunda, %95 güven düzeyi ve %5 hata oranı ile ulaşılması gereken minimum işletme sayısı 59, minimum çalışan sayısı ise 372 kişi olarak hesaplanmıştır

2.2. Yöntem

Çalışma kapsamında hem beyaz yakalı hem de mavi yakalı çalışanlardan veri elde etmek amacıyla literatürde yer alan çalışmalardan yararlanılarak 2 anket, araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir (Çolak vd., 2004; Sevim Korkut ve Gedik, 2010; Gedik ve İlhan, 2014; Atılğan vd., 2015; Yıldırım vd., 2015; Low vd., 2019; Man, 2019). Çalışmada beyaz yakalı çalışanlara yönelik hazırlanan anket formu; 5 bölüm, 31 soru ve 51 yargıdan oluşmaktadır. Mavi yakalı çalışanlara yönelik hazırlanan anket formu ise; 5 bölüm, 28 soru ve 51 yargıdan oluşmaktadır. Anketlerin birinci kısmında bireylerin demografik özelliklerine (yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim, firmadaki çalışma süresi, aylık gelir, çalışma düzeni, iş kazası deneyimi ve bağımlılık düzeyinde bir alışkanlık) ve işletmelerin özelliklerine (faaliyet alanı ve çalışan sayısı) ait sorular yer almaktadır. Anketin ikinci kısmında katılımcılara yönelik "bireysel faktörler" toplam 10 yargı ile irdelenmiştir. Üçüncü kısımda, katılımcılara yönelik "organizasyonel faktörler" toplam 22 yargı ile

sorgulanmıştır. Dördüncü kısımda, katılımcılara yönelik “işyeri faktörleri” toplam 13 yargı ile sorgulanmıştır (Tablo 1). Anketin beşinci kısmında ise, katılımcılara yönelik “risk alma davranışları” toplam 6 yargı ile irdelenmiştir. Çalışma amaç ve hedeflerine bağlı olarak, orman ürünleri sektöründe mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların risk alma davranışlarını etkileyen bireysel, organizasyonel, işyeri faktörleri ve bunların alt faktörleri literatürde yer alan ve benzer çalışmalarda kullanılan ölçeklerdeki sorulardan yararlanılarak geliştirilen ölçek ile ölçülmeye çalışılmıştır. Çalışma Düzce, Bolu, Sakarya, Kocaeli ve Yalova illerinde yer alan ve çalışan sayısı 10 ve daha fazla olan işletmelerle sınırlı tutulmuştur.

Tablo 1

Risk alma davranışına etki eden faktörler ve alt faktörler

Faktörler	Alt Faktörler
Bireysel faktörler	Riske yönelik tutum (3 yargı)
	Bilişsel önyargı (4 yargı)
	Risk algısı (3 yargı)
Organizasyonel faktörler	İş stresi (11 yargı)
	Güvenlik iklimi (5 yargı)
	Güvenlik eğitimi (6 yargı)
İşyeri faktörleri	Çalışma koşulları (5 yargı)
	Kişisel koruyucu ekipman kullanımı (8 yargı)

Çalışma kapsamında kullanılan anket formunda demografik özellikler haricindeki kısımlar beşli likert ölçek (1: Kesinlikle katılmıyorum ve 5: Kesinlikle katılıyorum) yardımıyla sorgulanmıştır. Anket sonuçları kodlanarak veri seti oluşturulmuş ve Statistical Software for Social Sciences (SPSS, 2021) paket programı ile analiz edilmiştir. Kullanılan veri setinin yapı geçerliliğinin test edilmesinde Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett değerlerinin anlamlı olması beklenmektedir. KMO testi, verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığını belirlerken, Bartlett küresellik testi ise, değişkenlerin birbiri ile korelasyon gösterip göstermediklerini sınamak için kullanılır. KMO değeri 0 ile 1 arasında değişim göstermektedir. KMO test sonuçlarının 0,50’den küçük olması durumunda kabul edilemeyeceğini, 0,50-0,60 değerinin kötü, 0,61-0,70 değerinin zayıf, 0,71-0,80 değerinin orta, 0,81-0,90 değerinin iyi, 0,90 üzerinde olan değerin ise mükemmel olduğunu belirtmektedirler (Yaşar, 2014; Büyüköztürk, 2020).

Güvenilirlik analizi, bir ölçme aracında yer alan yargılar arasındaki iç tutarlılığı ölçen ve bu yargılar arasındaki ilişkiler hakkında bilgiler sunan bir yöntemdir (Bayram, 2017). Kullanılan veri setinin güvenilirlik düzeyini belirlemek için Cronbach’s Alpha Katsayısına bakılmıştır. Cronbach’s Alpha Katsayısı, 0 ile 1 arasında değişim göstermektedir. Cronbach’s Alpha Katsayısına ilişkin ölçüt değerlerinin 0,40’dan küçük olması durumunda ölçeğin güvenilir olmadığı, 0,41-0,60 arası değerin düşük, 0,61-0,80 arası değerin orta, 0,81-1,00 arası değerin ise yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Özdamar, 2010). Oluşturulan veri seti yardımıyla anket formunda yer alan soruların tanımlayıcı istatistikleri (ortalama, standart sapma ve frekans değerleri) hesaplanmıştır.

İstatistikte sıklıkla kullanılan t testleri parametrik hipotez testleri içerisinde yer almaktadır ve ortalamalar açısından gruplar arasında fark olup olmadığını söylerler. Bağımsız gruplar t-testi farklı ana kütlelerden gelen 2 farklı grubun ortalamalarının birbirinden farklı olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmada risk alma davranışlarında etkili olan faktörlere göre mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı parametrik hipotez testlerinin varsayımlarının karşılandığı durumlar için bağımsız gruplar t-testi ile analiz edilmiştir (Kalaycı, 2018). Ayrıca sektörde mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlara ait demografik faktörler ile iş kazaları arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için de Ki-kare testi ile istatistiksel analizler yapılmıştır

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Mavi Yakalı ve Beyaz Yakalı Çalışanlara Ait Demografik Özellikler

Anket yapılan orman ürünleri sektörü işletmelerinin %56,3'ü mobilya alanında, %28,1'i levha alanında, %15,6'sı ise diğer orman ürünleri (ahşap oyuncak, kapı imalatı ve kaplama) alanında faaliyet göstermektedir. Çalışmada ele alınan tüm veriler (Mavi yakalı ve beyaz yakalı toplam çalışan sayısı) ele alındığında, işletmelerde minimum 10, maksimum 900 çalışanın olduğu ve ortalama çalışan sayısının da 112,20 kişi olduğu belirlenmiştir¹. İşletmelerin %45,3'ünde ağırlıklı olarak 10-49 arası çalışan grubunun yer aldığı belirlenmiştir.

İşletmelerde minimum 2, maksimum 200 beyaz yakalı çalışanın olduğu ve ortalama beyaz yakalı çalışan sayısının da 19,93 kişi olduğu hesaplanmıştır. İşletmelerde mavi yakalı çalışan sayısının ise 7 ile 700 arasında değiştiği ve ortalama mavi yakalı çalışan sayısının da 92,26 kişi olduğu hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların demografik özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2

Mavi ve beyaz yakalı çalışanların bazı demografik özellikleri

Demografik Özellikler		Mavi Yakalı		Beyaz Yakalı	
		Sıklık	Yüzde	Sıklık	Yüzde
Yaş (Yıl)	<31	187	30,0	9	14,1
	31 - 40	257	41,3	33	51,6
	40>	179	28,7	22	34,3
Cinsiyet	Kadın	89	14,4	9	14,1
	Erkek	532	85,6	55	85,9
Medeni durum	Evli	460	74,0	51	79,7
	Bekâr	162	26,0	13	20,3
Eğitim	İlköğretim	291	46,7	1	1,6
	Lise	278	44,6	5	7,8
	Ön-lisans	38	6,1	7	10,9
	Lisans-lisansüstü	16	2,6	51	79,7
Firmadaki çalışma süresi (Yıl)	<6	310	49,8	15	23,4
	6 - 10	162	26,0	26	40,6
	10>	151	24,2	23	36,0
Gelir (TL/ay)	<2500	231	37,1	-	-
	2500 - 3500	337	54,1	4	6,3
	3500>	50	8,8	60	93,7
Çalışma düzeni	Vardiyalı	157	25,3	2	3,1
	Vardiyasız	464	74,7	62	96,9
İş kazası deneyimi	Evet	74	11,9	3	4,7
	Hayır	549	88,1	61	95,3
Bağımlılık düzeyinde bir alışkanlık (sigara ve alkol)	Evet	238	38,2	19	29,7
	Hayır	385	61,8	45	70,3

Mavi yakalı çalışanlara yönelik demografik faktörler irdelendiğinde; çalışanların ağırlıklı olarak 31-40 (%41,3) yaş aralığında olduğu görülmektedir. Çalışanların büyük çoğunluğunun erkeklerden oluştuğu (%85,6) ve %74'ünün evli olduğu belirlenmiştir. Çalışanların eğitim durumları irdelendiğinde ağırlıklı olarak ilköğretim (%46,7) mezunu katılımcılar olsa da, lisans-lisansüstü (%2,6) düzeyinden de katılımcıların olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışanların yarısının (%50,2) 6 yıl ve daha fazla süredir aynı firmada çalıştıkları belirlenmiştir. Aylık gelir durumları irdelendiğinde çalışanların ağırlıklı olarak 2500-3500 TL (%54,1) arası gelir elde ettikleri belirlenmiştir (İlgili dönemde aylık net asgari ücret 2324,70 TL). Çalışma

¹ Çalışma kapsamında 10 ve daha fazla çalışanı olan işletmeler incelenmiştir.

kapsamında çalışanların %88,1'inin herhangi bir iş kazası geçirmediği ve ağırlıklı olarak %74,7'sinin vardiyasız çalışma düzenine sahip oldukları belirlenmiştir. Son olarak çalışanların %38,2'sinin bağımlılık düzeyinde bir alışkanlığa sahip oldukları tespit edilmiştir (Tablo 2).

Beyaz yakalı çalışanlara yönelik demografik faktörler irdelendiğinde; çalışanların ağırlıklı olarak 31-40 (%51,6) yaş aralığında olduğu görülmektedir. Çalışanların büyük çoğunluğunun erkeklerden oluştuğu (%85,9) ve %79,7'sinin evli olduğu belirlenmiştir. Çalışanların eğitim durumlarının ilköğretim düzeyinden (%1,6), lisans-lisansüstü (%79,7) düzeyine kadar değiştiği belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışanların %76,6'sının 6 yıl ve daha fazla süredir aynı firma bünyesinde çalıştıkları görülmektedir. Aylık gelir durumları irdelendiğinde çalışanların ağırlıklı olarak 3500 TL (%93,7) ve üzeri gelir elde ettikleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında çalışanların %95,3'ünün herhangi bir iş kazası geçirmediği ve ağırlıklı olarak %96,9'unun vardiyasız çalışma düzenine sahip oldukları belirlenmiştir. Son olarak çalışanların %29,7'sinin bağımlılık düzeyinde bir alışkanlığa sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 2).

3.2. Geçerlilik ve Güvenilirlik Analizi

Çalışma kapsamında öncelikle verilerde geçerlilik ve güvenilirlik analizlerine bakılmıştır. Kullanılan ölçeğin güvenilirlik düzeyi Cronbach's Alpha Katsayısına bakılarak, geçerlilik analizi için ise kullanılan anketin örnekleme yeterlilik ölçüsüne Kaiser Mayer Olkin (KMO) ve Barlett's küresellik testi sonucuna bakılarak belirlenmiştir. Çalışmada mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlar için kullanılan veri setinin geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlara yönelik kullanılan anketin geçerlilik ve güvenilirlik sonuçları

Çalışma Türü	Geçerlilik Sonucu			Güvenilirlik Sonucu	
	KMO Değeri	Barlett Değeri	p Değeri	Cronbach's Alpha Katsayısı	
Mavi Yakalı	Bireysel faktörler (10 yargı)			0,641	
	Organizasyonel faktörler (22 yargı)			0,812	
	İşyeri faktörleri (13 yargı)	0,865	14771,768	0,000*	0,838
	Risk alma davranışı ifadeleri (6 yargı)			0,848	
	Tüm veri seti sonuçları (51 yargı)			0,843	
Beyaz Yakalı	Bireysel faktörler (10 yargı)			0,695	
	Organizasyonel faktörler (22 yargı)			0,667	
	İşyeri faktörleri (13 yargı)	0,617	1451,879	0,001*	0,856
	Risk alma davranışı ifadeleri (6 yargı)			0,804	
	Tüm veri seti sonuçları (51 yargı)			0,732	

KMO: Kaiser-Mayer-Olkin, p: Anlamlılık düzeyi, *: p<0,05 önem düzeyi

Mavi yakalı çalışanlara ait verilerin geçerliliği için yapılan analizler sonucunda, KMO değeri 0,865 ve Bartlett's Küresellik testi 14771,768 olarak bulunmuştur. Çalışanlara ait verilerin güvenilirlik değerlerinin ise 0,641 ile 0,848 arasında değiştiği hesaplanmıştır. Ayrıca tüm veriler için genel güvenilirlik değeri 0,843 olarak bulunmuştur (Tablo 3).

Beyaz yakalı çalışanlara ait verilerin KMO değeri 0,617 ve Bartlett's Küresellik testi 1451,879 olarak belirlenmiştir. Çalışanlara ait verilerin güvenilirlik değerlerinin ise 0,667 ile 0,856 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca tüm veriler için genel güvenilirlik değerinin 0,732 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 4

Mavi ve beyaz yakalı çalışanların bireysel, organizasyonel ve işyeri faktörlerine ait alt faktörlerin geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonuçları

Çalışma Türü	Geçerlilik Sonucu			Güvenilirlik Sonucu	
	KMO Değeri	Barlett Değeri	p Değeri	Cronbach's Alpha Katsayısı	
Mavi Yakalı	Riske yönelik tutum (3 yargı)	0,578	188,897	0,000*	0,536
	Bilişsel önyargı (4 yargı)	0,597	302,581	0,000*	0,574
	Risk algısı (3 yargı)	0,590	375,117	0,000*	0,674
	Güvenlik iklimi (5 yargı)	0,841	1834,583	0,000*	0,888
	İş stresi (11 yargı)	0,779	1777,558	0,000*	0,758
	Güvenlik eğitimi (6 yargı)	0,866	2134,061	0,000*	0,880
	Çalışma koşulları (5 yargı)	0,715	728,535	0,000*	0,747
	KKE kullanımı (8 yargı)	0,811	1823,641	0,000*	0,822
Beyaz Yakalı	Riske yönelik tutum (3 yargı)	0,634	27,420	0,000*	0,656
	Bilişsel önyargı (4 yargı)	0,568	62,408	0,000*	0,665
	Risk algısı (3 yargı)	0,644	72,863	0,000*	0,810
	Güvenlik iklimi (5 yargı)	0,788	141,192	0,000*	0,835
	İş stresi (11 yargı)	0,733	235,412	0,000*	0,538
	Güvenlik eğitimi (6 yargı)	0,631	109,941	0,000*	0,667
	Çalışma koşulları (5 yargı)	0,856	194,427	0,000*	0,891
	KKE kullanımı (8 yargı)	0,773	182,793	0,000*	0,787

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlarda ayrı ayrı kullanılan anketlerde ele alınan faktörler ve bu faktörlere ait alt boyutların geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir.

Mavi yakalı çalışana yönelik kullanılan veri setinde her bir alt faktörün KMO değerinin 0,578 ile 0,866 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Veri setinde her bir alt faktörün güvenilirlik değerinin ise 0,536 ile 0,888 arasında değiştiği belirlenmiştir. Beyaz yakalı çalışanlara ait veri setinde her bir alt faktörün KMO değerinin 0,568 ile 0,856 arasında değiştiği belirlenmiştir. Her bir alt faktörün güvenilirlik değerinin ise 0,538 ile 0,891 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4’de elde edilen bu sonuçlar göz önüne alındığında, veri setinin hem geçerlilik hem de güvenilirlik açısından bir engel teşkil etmediği belirlenmiştir (Özdamar, 2010; Kalaycı, 2018).

3.3. Mavi Yakalı ve Beyaz Yakalı Çalışanlar Gözünden Risk Alma Davranışlarına Etki Eden Faktörlere Yönelik İstatistiksel Değerlendirmeler

Çalışmanın yapıldığı TR42 Düzey 2 bölgesi orman ürünleri sanayi işletmelerinde mavi yakalı çalışanların risk alma davranışlarına etki eden faktörlere bakış açıları ile beyaz yakalı çalışanların gözünden çalışanlara ait risk alma davranışlarına etki eden faktörlere bakış açıları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların “riske yönelik tutum”, “risk algısı”, “kişisel koruyucu ekipman kullanımı” ve “risk alma davranışı” faktörlerine yönelik bakış açıları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Bu sonuç literatür ile uyumsuzluk göstermektedir (Leiter vd., 2009; Man vd., 2017; Harbeck vd., 2018; Low vd., 2018).

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların bilişsel önyargı faktörüne yönelik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,05$). Beyaz yakalı çalışanlar gözünden, mavi yakalı çalışanların bilişsel önyargı düzeyleri, mavi yakalı çalışanların bilişsel önyargı düzeylerine göre daha yüksektir. Baraei vd., (2021) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, bilişsel önyargıya sahip bireylerin riskli durumlara karşı daha az

duyarlı oldukları, riskleri hafife aldıkları ve güvenli olmayan davranışlarda bulunma olasılıklarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Tablo 5

Bağımsız gruplara ait t-testi sonuçları

Değişken**	Grup	n	\bar{x}	σ	T testi	
					t	p
Riske yönelik tutum	Mavi Yakalı	623	3,87	0,886	-1,016	0,313
	Beyaz Yakalı	64	3,96	0,724		
Bilişsel önyargı	Mavi Yakalı	623	2,84	0,823	-2,309	0,021*
	Beyaz Yakalı	64	3,08	0,748		
Risk algısı	Mavi Yakalı	623	2,77	1,119	1,122	0,262
	Beyaz Yakalı	64	2,60	0,994		
Güvenlik iklimi	Mavi Yakalı	623	3,80	0,985	-5,592	0,001*
	Beyaz Yakalı	64	4,28	0,605		
İş stresi	Mavi Yakalı	623	3,53	0,535	3,050	0,003*
	Beyaz Yakalı	64	3,34	0,463		
Güvenlik eğitimi	Mavi Yakalı	623	3,80	0,922	-6,049	0,001*
	Beyaz Yakalı	64	4,22	0,471		
Çalışma koşulları	Mavi Yakalı	623	3,56	0,859	-3,932	0,001*
	Beyaz Yakalı	64	4,00	0,840		
Kişisel koruyucu ekipman kullanımı	Mavi Yakalı	623	3,87	0,821	-0,896	0,373
	Beyaz Yakalı	64	3,94	0,627		
Risk alma davranışı	Mavi Yakalı	623	4,24	0,871	-0,808	0,421
	Beyaz Yakalı	64	4,31	0,648		

n: Örnek büyüklüğü, \bar{x} : Ortalama değer, σ : Standart sapma, t: t-değeri, p: Anlamlılık düzeyi, *: p<0,05 önem düzeyi

** Likert ölçek: 1 Kesinlikle katılmıyorum, 2 Kısmen katılmıyorum, 3 Kararsızım, 4 Kısmen katılıyorum, 5 Kesinlikle katılıyorum

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların güvenlik iklimi faktörüne yönelik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05). Beyaz yakalıları gözünden mavi yakalı çalışanların güvenlik iklimi düzeyleri, mavi yakalı çalışanların gözünden güvenlik iklimi düzeylerine göre daha yüksektir. Bu bulgu, Akyüz vd., (2020); Man, (2019) tarafından yürütülen çalışmaların bulguları ile uyum göstermektedir. Anderson vd., (2017) tarafından yapılan çalışmada, güvenlik iklimi faktörlerinin iyileştirilmesi ile iş kazalarında %35'lik bir azalmanın olduğu belirtilmiştir.

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların iş stresi faktörüne yönelik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05). Beyaz yakalı çalışanların gözünden mavi yakalı çalışanların iş stresi düzeyleri, mavi yakalı çalışanların gözünden iş stresi düzeylerine göre daha düşüktür.

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların güvenlik eğitimi faktörüne yönelik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05). Beyaz yakalı çalışanlar, mavi yakalı çalışanların güvenlik eğitimi düzeylerini mavi yakalı çalışanlardan daha yüksek görmekteyiz. Elde edilen bu sonuç, literatür çalışmalarının bulguları ile uyum göstermektedir (Tam ve Fung, 2011; Abubakar vd., 2020). Sana vd., (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada; çalışanlara güvenlik eğitimleri verilmesinin risk alma eğilimlerini azalttığını ve böylece çalışanların çalışma ortamlarında daha az iş kazalarına ve yaralanmalara maruz kaldıklarını belirtmişlerdir.

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların çalışma koşulları faktörüne yönelik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05). Beyaz yakalı çalışanların gözünden mavi yakalı çalışanların çalışma koşulları düzeyleri, mavi yakalı çalışanların gözünden çalışma koşulları düzeylerine göre daha yüksektir. Low, (2018) yaptığı çalışmada, uygun çalışma koşullarının inşaat işçilerinin risk algısını artırdığını ve daha az risk alma eğilimi gösterdiklerini belirtmiştir.

3.4. Mavi Yakalı ve Beyaz Yakalı Çalışanların Bazı Demografik Özellikleri ile İş Kazaları Arasındaki İstatistiksel Değerlendirmeler

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanların bazı demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu, faaliyet alanı, çalıştığı bölüm, çalışma düzeni ve bağımlılık düzeyinde bir alışkanlık) ile iş kazası geçirip geçirmeme arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak amacıyla yapılan Ki-kare testi sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir

Tablo 6

Mavi yakalı ve beyaz yakalı çalışanlara ait Ki-kare testinden elde edilen sonuçlar

Demografik Özellikler	İş Kazası (Mavi Yakalı)			İş Kazası (Beyaz Yakalı)		
	Ki-kare	sd	p	Ki-kare	sd	p
Yaş	13,854	2	0,001*	1,600	2	0,449
Cinsiyet	11,529	1	0,001*	1,515	1	0,473
Medeni durum	10,120	1	0,001*	0,802	1	0,370
Eğitim durumu	5,103	3	0,164	4,965	3	0,174
Faaliyet alanı	20,310	2	0,254	2,448	2	0,294
Çalıştığı bölüm	17,808	4	0,001*	0,689	3	0,876
Çalışma düzeni	1,496	1	0,221	0,102	1	0,750
Bağımlılık Düzeyinde Bir Alışkanlık (Sigara ve Alkol)	20,420	1	0,001*	2,062	1	0,151

sd: Serbestlik derecesi, p: Anlamlılık düzeyi, *: $p < 0,05$ düzeyinde

Tablo 6'da beyaz yakalı çalışanlara yönelik yapılan Ki-kare testi sonucu irdelendiğinde, iş kazası ile beyaz yakalı çalışanlara ait tüm demografik özellikler (yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim durumu, faaliyet alanı, çalıştığı bölüm, çalışma düzeni ve bağımlılık düzeyinde bir alışkanlık) arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 6'da mavi yakalı çalışanlara yönelik yapılan Ki-kare testi sonucu incelendiğinde, iş kazası ile çalışanın eğitim durumu, faaliyet alanı ve çalışma düzeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Ancak, iş kazası ile mavi yakalı çalışanlara ait yaş, cinsiyet, medeni durum, çalıştığı bölüm ve bağımlılık düzeyinde bir alışkanlık (sigara ve alkol) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmiştir ($p < 0,05$).

Mavi yakalı çalışanlarda yaş ilerledikçe işyerinde iş kazası geçirme oranlarında da artışlar olduğu belirlenmiştir. Camkurt, (2013); Cerev ve Yıldırım, (2018) yaptıkları çalışmalarında yaşın ilerlemesi ile kas kütleindeki azalmanın eklem esnekliğinde azalmaya, eklem hareketlerinde kısıtlamaya yol açtığını belirtmişlerdir. Buna bağlı olarak yaşlı çalışanların zamana karşı yapılan çalışmalarda ve hızlı el becerisi isteyen işlerde genç çalışanlara göre daha fazla iş kazasına maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca gözlerin zayıflaması, iyi işitmeme ve çalışmaya uyum sağlayamama gibi sebeplerle yaşlı çalışanların daha fazla iş kazasına maruz kaldıklarını belirtmişlerdir. Aybek vd., (2003); Yaşar, (2010); Serin vd., (2015) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara rastlanmıştır.

Cinsiyeti kadın olan mavi yakalı çalışanların, mavi yakalı erkek çalışanlara göre daha az iş kazasına maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebepleri olarak, erkeklerin işgücü yoğun bir şekilde çalışmaları, tehlike ve risklerle daha fazla karşı karşıya kalmaları, kadın çalışanlara göre daha dikkatsiz davranmaları ve genellikle üretim sahasında faaliyet göstermeleri olarak gösterilebilir. Bozkurt ve Naycı, (2021) metal sektörüne yönelik yaptığı çalışmada, erkek çalışanların çalışma şartlarının daha zor olduğunu ve buna bağlı olarak kadın çalışanlara oranla daha fazla iş kazasına maruz kaldıklarını belirtmişlerdir.

Medeni durumu evli olan mavi yakalı çalışanların, bekâr olan mavi yakalı çalışanlara göre daha az iş kazasına maruz kaldıkları belirlenmiştir. Cerev ve Yıldırım, (2018) yaptıkları çalışmada, evli ve çocuk sahibi

olmanın kişiye sorumluluk yüklediğini ve buna bağlı olarak işyerinde daha dikkatli davrandığını bunun sonucu olarak evli çalışanların daha az iş kazası geçirdiklerini belirtmişlerdir.

Çalıştığı bölümü üretim ve bakım/onarım olan mavi yakalı çalışanların, kalite kontrol, planlama ve diğer bölümlerde faaliyet gösteren mavi yakalı çalışanlara göre daha fazla iş kazasına maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Bunun en önemli sebebi olarak iş kazalarına sebep olabilecek olumsuz çalışma koşullarının, diğer bölümlere nazaran üretim bölümünde daha fazla olması olarak açıklanabilir.

Mavi yakalı çalışan katılımcıların bağımlılık düzeyinde bir alışkanlıklarının olup olmamasına (sigara ve alkol gibi) bağlı olarak yapılan Ki-kare testinde bağımlılık düzeyinde bir alışkanlığı olan mavi yakalı çalışanların, bu tür bir alışkanlığı olmayan mavi yakalı çalışanlara göre daha fazla iş kazasına maruz kaldıkları belirlenmiştir. Zwerling vd., (1996); Jafari vd., (2019) tarafından yapılan çalışmalarda da bağımlılık düzeyinde bir alışkanlığı olanlarda daha fazla iş kazası geçirme riskinin olduğuna dair bulgulara rastlanmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Orman ürünleri sektöründe önemli paya sahip olan mobilya sektörü, üretim ve istihdam gücü açısından etkin bir sektör konumundadır. Sektörde çalışma şartlarının ağırlığı nedeniyle erkek çalışanlar ağırlıklıdır. Yapılan bu çalışmada da erkek çalışanların ağırlıklı olduğu ve hem mavi yakalı hem de beyaz yakalı çalışanlarda 31-40 arası yaşta olan katılımcıların daha fazla olduğu belirlenmiştir. Mavi yakalı çalışanların eğitim düzeyinin ağırlıklı olarak ilköğretim düzeyinde olduğu, beyaz yakalı çalışanların ise eğitim düzeyinin ağırlıklı olarak lisans düzeyinde olduğu görülmektedir. Mavi yakalı çalışanların %88,1'lik kısmı çalışma ortamlarında iş kazası geçirmediklerini belirtirken, bu oran beyaz yakalı çalışanlarda ise %95,3'e ulaşmaktadır.

Beyaz yakalı çalışanların gözünden mavi yakalı çalışanların çalışma koşulları, bilişsel önyargı, güvenlik iklimi ve güvenlik eğitimi düzeylerinin, mavi yakalı çalışanların gözünden çalışma koşulları, bilişsel önyargı, güvenlik iklimi ve güvenlik eğitimi düzeylerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak beyaz yakalı çalışanlar; mavi yakalı çalışanların daha fazla risk alma eğilimi gösterdiklerini, işletme bünyesinde güvenlik ile ilgili konulara daha fazla önem verildiğini ve işletme bünyesinde çalışma koşullarının mavi yakalı çalışanların beklentilerinden daha iyi olduğunu düşünmektedirler.

Mavi yakalı çalışanlara ait bazı demografik faktörler ile iş kazaları arasındaki ilişkiler sonucunda; mavi yakalı çalışanların yaş, cinsiyet, medeni durum ve çalıştığı bölüm gibi birçok demografik özelliklerinin iş kazaları geçirmelerinde önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, çalışana ait demografik özellikler dikkate alınarak gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alınması sağlanmalıdır. Emek yoğun bir sektör olan orman ürünleri sektöründe ağır bedensel işler için bu işlere uygun fiziksel yapıya sahip çalışanlar çalıştırılmalıdır. İnsan kaynaklarının işe alımlarda niteliksiz ve işe uygun olmayan çalışanları almaması önerilmektedir. Bunun yanında iş sağlığı ve güvenliği için işletmelerde gerekli ekipman desteğinin sağlanması da önemlidir.

Sektör bünyesinde mavi yakalı çalışanların yaş ortalamaları arttıkça iş kazası geçirme oranlarında da bir artış olduğu belirlenmiştir. Fakat birçok literatür çalışması bu durumun tam tersi olarak, genç ve deneyimsiz çalışanların daha fazla iş kazası geçirdiklerini belirtmektedir. Yaşı fazla olan kişilerin daha fazla iş kazası yaşamasına sebep olarak, orman ürünleri sektöründe çalışanların büyük bir çoğunluğunun orta yaş ve üzeri olmasından ve aynı işletmede çalışma sürelerinin kısa olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yaşlanma sonucu gözlerin iyi görmemesi, işleme kayıpları ve çalışmaya uyum sağlayamama gibi sebeplerle de yaşlı çalışanların daha fazla iş kazasına maruz kaldıkları söylenebilir.

Bağımlılık düzeyinde alışkanlığa sahip olan (sigara veya alkol) mavi yakalı çalışanların daha fazla iş kazasına maruz kaldıkları belirlenmiştir. Bu sebeple, çalışanın hem iş hayatında hem de sosyal hayatında ciddi olumsuzluklara neden olan alkol ve sigara gibi alışkanlıklarla mücadele etmeye yönelik işyerlerinde bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları yapılması önerilmektedir.

Diğer bölümlere nazaran üretim ve bakım/onarım bölümlerinde çalışan mavi yakalı katılımcıların daha fazla iş kazasına maruz kaldıkları belirlenmiştir. Bu sebeple üretim ve bakım/onarım bölümünde mavi yakalı çalışanlara, tehlikeden kaynaklı oluşacak risklerin ne tür olumsuz sonuçlar doğuracağına dair somut örnekler gösterilmesi önerilmektedir. İşletmelerde özellikle üretim ve bakım/onarım bölümlerinde uzmanlarca risk değerlendirmelerinin yapılması ve olumsuzlukların ortadan kaldırılması için gerekli önlemlerin alınması da iş kazası ve meslek hastalığını azaltma noktasında fayda sağlayacaktır.

Beyaz yakalı çalışanlara ait demografik faktörler ile iş kazaları arasındaki ilişkiler sonucunda; beyaz yakalı çalışanlara ait tüm demografik özelliklerinin iş kazaları geçirmelerinde herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü'nün BAP-2020.02.03.1126 nolu hızlı destek projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abubakar, A. M., Karadal, H., Bayıghomog, S. W., Merdan, E. (2020). Workplace injuries, safety climate and behaviors: application of an artificial neural network, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(4), 651-661.
- Akyüz, K. C., Yıldırım, İ., Güngör, C. (2020). Validation of a pre-existing safety climate scale for the Turkish furniture manufacturing industry, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(3), 450-458.
- Akyüz, K. C., Yıldırım, İ., Akyüz, İ., Ersen, N. (2018). Orman ürünleri sanayi sektöründe iş sağlığı ve güvenliğine yönelik çalışan algısının incelenmesi, *AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 154-166.
- Akyüz, K. C., Yıldırım, İ., Tugay, T., Akyüz, İ. Gedik, T. (2016). İmalat sanayi içerisinde yer alan sektörlerin iş kazası istatistiklerinin küme ve ayırma analizleri ile değerlendirilmesi, *DÜ Ormanlık Dergisi*, 12(1), 18-29.
- Anderson, N., Smith, C., Byrd, J. (2017). Work-related injury factors and safety climate perception in truck drivers, *American Journal of Industrial Medicine*, 60(8), 711-723.
- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H., Kahraman, N. (2015). Türkiye mobilya sanayinde iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine ilişkin tavsiyeler, *Selçuk-Teknik Dergisi*, (Özel sayı 1), 664-683.
- Aybek, A., Güvercin, Ö., Hurşitoğlu, Ç. (2003). Teknik personelin iş kazalarının nedenleri ve önlenmesine yönelik görüşlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(2), 91-100.
- Baraei, B., Mahmoodi, H., Rahmani, K., Ponnet, K., Pashaei, T. (2021). Predictors of safety behaviors among cement factory workers, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, doi: 10.1080/10803548.2021.1976482.
- Bayram, N. (2017). Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi (6. Baskı) Bursa, Türkiye: Ezgi Kitapevi, 268 s.
- Bozkurt, Y., Naycı, G. (2021). Metal sektöründe meydana gelen iş kazalarında cinsiyet faktörü, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 12(1), 174-191.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum (28. Baskı) Ankara, Türkiye: Pegem Akademi Yayıncılık, 224 s.
- Camkurt, M. Z. (2013). Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazalarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi, *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, 24(6), 70-101.
- Cerev, G., Yıldırım, S. (2018). Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazası ve meslek hastalıklarına etkisi üzerine bir inceleme, *FÜ İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(1), 53-72.
- Çolak, M., Baysal, E., Özen, E., Çolak, A. (2004). Gece vardiyasının yarattığı stres (Bir mobilya fabrikası örneği). 10. Ergonomi Kongresi Bildiriler Kitabı, Bursa.
- Gedik, T., İlhan, A. (2014). Sakarya ili mobilya imalatçılarında iş sağlığı ve güvenliği üzerine bir inceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2), 123-129.
- Harbeck, E. L., Glendon, A. I. (2018). Driver prototypes and behavioral willingness: Young driver risk

- perception and reported engagement in risky driving. *J. Saf. Res.* 66, 195-204.
- Jafari, M. J., Barkhordari, A., Eskandari, D., Mehrabi, Y. (2019). Relationships between certain individual characteristics and occupational accidents, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(1), 61-65.
- Kalaycı, Ş. (2018). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (9. baskı). Asil Yayınevi, Ankara.
- Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B. (2019). Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 15(1), 15-32.
- Leiter, M. P., Zanaletti, W., Argentero, P. (2009). Occupational risk perception, safety training, and injury prevention: Testing a model in the Italian printing industry. *J. Occup. Health Psychol.* 14(1), 1-10.
- Lemeshow, S., Hosmer, Jr. D. W., Janelle, K. Lwanga, S. K. (1990). Adequacy of sample size in health studies, published by world health organization, Courier International Ltd, Tiptree, ISBN: 0 471 92517 9, Colchester.
- Low, K. L. (2018). Construction workers risk-taking behaviour model (CWRM) in Hong Kong, City University of Hong Kong, Department of Systems Engineering and Engineering Management, Doctoral Thesis.
- Low, B., Man, S., Chan, A. (2018). The Risk-taking propensity of construction workers-An application of quasi-expert interview. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 15(10), 2250.
- Low, K. L., Man, S. S., Chan, A. H. S., Alabdulkarim, S. (2019). Construction worker risk-taking behavior model with individual and organizational factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(8), 1335-1348.
- Man, S. S. (2019). Understanding the risk-taking behavior of hong kong construction workers, City University of Hong Kong, Department of Systems Engineering and Engineering Management, Doctoral Thesis.
- Man, S. S., Chan, H. S., Wong, H. M. (2017). Risk-taking behaviors of hong kong construction workers - A thematic study, *Safety Science*, 98, 25-36.
- Özdamar, K. (2010). Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi - Çok Değişkenli Analiz (7. baskı). Kaan Yayınevi, Eskişehir.
- Sana, S., Bhat, G. A., Balkhi, H. M. (2013). Health risks associated with workers in cement factories. *Int J Sci Res Publ.* 3(1), 2250-3153.
- Serin, H., Şahin, Y., Şimşek, A. Durgun, M. (2015). Kahramanmaraş imalat sanayiindeki iş kazazedelerinin durumu. *SDÜ, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 553-557.
- Sevim Korkut, D., Gedik, T. (2010). A research on occupational safety in forest products industry in Turkey. *African Journal of Business Management*, 4(7), 1423-1430.
- Sosyal Güvenlik Kurumu, (2020). İstatistik yıllıkları, Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; <http://www.ssk.gov.tr>. (Erişim tarihi: 2021).
- SPSS, (2021). IBM SPSS Statistics 28 Core System User's Guide.
- Tam, V. W., Fung, I. W. (2011). Tower crane safety in the construction industry: A Hong Kong study. *Safety Science*, 49(2), 208-215.
- URL1 (2022). <http://www.marka.org.tr/uploads//Files/MarkaBolgePlani/DoguMarmaraBolgePlani.pdf>
- URL2 (2020). <http://sanayi.tobb.org.tr>
- Yaşar, A. (2010). Sakarya'da bir inşaat sahasında çalışan işçilerin çalışma koşulları ile iş kazaları geçirme durumları ve ilişkili etmenler, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, Ankara.
- Yaşar, M. (2014). İstatistiğe yönelik tutum ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 59-75.
- Yıldırım, İ., Akyüz, K. C., Aydın, A., Alevli, C. (2015). Akdeniz bölgesi orman ürünleri sanayi çalışanlarının iş güvenliği algılarının belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 213-222.
- Zwerling, C., Sprince, N. L., Wallace, R. B., Davis, C. S., Whitten, P. S., Heeringa S. G. (1996). Alcohol and occupational injuries among older workers, *Accident Analysis Prevention*, 28(3), 371-376.

Mobilya Sektörü Çalışanlarında İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma

Ayşin Aşkın^{1,*}, Ömer Faruk Öztürk²

¹Mobilya ve Dekorasyon Programı, Biga Meslek Yüksekokulu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

²Kimya Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 26.01.2022

Kabul: 01.06.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – Bu çalışma mobilya sektörü çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalıklarının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma verilerinin elde edilmesinde anket tekniğinden yararlanılmıştır (280 anket çalışma kapsamına alınmıştır). Veri girişi ve analizi için istatistiksel paket programı (SPSS 20) kullanılmıştır. Tanımlayıcı verilerin sunumunda ortalama, standart sapma, frekans, yüzde, minimum ve maksimum değerleri kullanılmıştır. Bağımlı, bağımsız değişkenlerin tek değişkenli analizinde Ki-Kare testi kullanılmıştır. Çalışanların kişisel koruyucu ekipmanlarını düzenli olarak kullanmadıkları, dikkatsizliğin en büyük kaza sebebi olduğu anlaşılmıştır. En fazla malzeme kesim işlemi sırasında kaza geçirdikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yaş, gelir durumu ve sağlık sorunları ile iş kazası geçirme durumu arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – İş kazası, meslek hastalığı, mobilya sektörü, iş sağlığı, iş güvenliği

A Study on the Investigation of Occupational Accidents and Occupational Diseases in Furniture Industry Employees

¹Furniture and Decoration Program, Biga Vocational School, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

²Department of Chemistry, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

Article History

Received: 26.01.2022

Accepted: 01.06.2022

Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – This study was carried out with the aim of examining work accidents and occupational diseases in furniture industry workers. The data of the study were obtained using survey method (280 questionnaires were included in the study). Statistical packaged software (SPSS 20) was used for data input and analysis. Descriptive data were presented using mean, standard deviation, frequency, percentage, minimum and maximum values. Chi-Square test was used in the univariate analysis of dependent and independent variables. It was understood that the employees did not use their personal protective equipments regularly and carelessness was the greatest cause of accident. It was determined that they had accidents mainly during the process of cutting. It was determined that there was a significant correlation between age, income status and health problems and the state of having occupational accidents.

Keywords – Occupational accident, occupational illness, furniture sector, occupational health, occupational safety

¹  aysinaskin@comu.edu.tr

²  ofozturk@comu.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

İş kazası ve meslek hastalığı günümüz dünyasının en önemli sorunlarından bir tanesidir. Dünyada her yıl çok sayıda insan iş kazaları ve meslek hastalıklarından dolayı iş göremez hale gelmekte ya da hayatını kaybetmektedir. (Karadeniz, 2012; Rantanen, 2010). Bu durum ülkemiz açısından çok önemlidir. Kaza sonucunda meydana gelen ölüm oranları dünya ve Avrupa Birliği'ne göre çok daha fazladır. Bu oranlara göre dünyada üçüncü, Avrupa'da ise ilk sıradadır (Çiçek ve Öcal, 2017). Çalışma ortamlarındaki sağlık ve güvenlik koşulları; toplumsal ve ülke ekonomisi açısından üzerinde durulması gereken bir sorundur. Meslek hastalıkları ve iş kazaları çalışana, işverene ve ülke ekonomisine etki etmektedir. Kazalar işyerlerinde üretimin aksamasına ya da durmasına, iş gücü kayıplarına ve maddi açıdan kayıplara (tedavi, tazminat giderleri gibi) neden olmaktadır (Çabuk vd., 2018).

Orman ürünleri sektörü, dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızla gelişme göstermekte olup buna paralel olarak da birçok alanda (mobilya, levha sektörü vb) farklı malzemeler üretilmeye başlanmıştır (Kaygın vd., 2015). Son yıllarda orman ürünleri sektöründe meydana gelen iş kazası ve sağlık riskleri üzerine yapılan araştırmalardaki artış ve bu konuda alınan önlemler yeni iş güvenliği düzenlemelerini de beraberinde getirmiştir (İmren vd., 2018). Mobilya sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu işyeri tehlike sınıflandırmasına göre "Tehlikeli" sınıfta yer almaktadır. Mobilyaların boyanması, verniklenmesi, cilalanması vb. tamamlayıcı işlerin yapılması "Çok Tehlikeli" sınıf içinde yer almaktadır (Resmi gazete, Sayı: 30318). Mobilya sektörü fiziki koşullar, çalışma ortamları, fiziki alt yapı, kullanılan araç gereçler açısından iş kazası ve meslek hastalığı riski yüksek olan sektörlerden bir tanesidir. Bu sektörde çalışanlar fiziksel, kimyasal, biyolojik tehlikeler ile iş kazaları, meslek hastalıkları ve ergonomik olmayan çalışma ortamlarından kaynaklanan çeşitli mesleki risk ve tehlikeler ile karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle kullanılan alet, ekipman ve makinelerin; kesici ve delici özellikteki koparıcı dişliler, testere ve bıçaklardan meydana gelmesi; üretim esnasında yapılan kesme, delme vb. işlemleri sırasında gürültü, titreşime maruz kalınması ve bunların işitme kayıplarına ve titreşimden kaynaklı meslek hastalıklarına sebep olması; makinelerde çalışırken ya da üretim sırasında yapılan çeşitli taşıma, kaldırma, itme, çekme vb. hareketlerden ve sık tekrarlı hareketlerden kaynaklanabilecek bel, omuz gibi çeşitli kas iskelet sistemi rahatsızlıkları; üretim sırasında kullanılan çeşitli özellikteki boya, cila, vernik gibi kimyasal maddelere ve üretimde ortaya çıkan toza maruz kalmadan kaynaklanabilecek solunum sistemi rahatsızlıkları, deri hastalıkları, mesleki kanserler gibi önemli risk ve tehlikelerdendir (Gedik vd., 2014; Gülsoy, 2015).

Bu çalışma mobilya sektörü çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalıklarının incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin görüşleri tespit edilerek, iş kazası ve meslek hastalığı geçirme durumları ve etkileyen faktörler belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma tanımlayıcı tipte araştırma özelliğindedir. Araştırman evrenini Çanakkale İli mobilya imalatı yapan küçük ve orta ölçekli mobilya işletmeleri çalışanları oluşturmuştur. Araştırma evreni kapsamında yer alan işletmelerin belirlenmesi için Çanakkale İli Merkez ve Biga İlçesi Ticaret ve Sanayi Odası, Esnaf ve Sanatkarlar Odası, Mobilyacılar-Marangozlar Odası kayıtları incelenmiştir. Çanakkale İli ve Biga ilçesindeki Toplam 110 İşletme çalışma kapsamına alınmış ve bu işletmelerdeki 280 çalışana anket formu uygulanmıştır. Anket formu işletmelerde çalışanlara yüz yüze görüşme yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Soruların hazırlanmasında Yılmaz (2012) ve Yıldırım (2011)'in çalışmalarından yararlanılmıştır.

2.2. Yöntem

Veri girişi ve analizi için SPSS istatistiksel 20,0 paket programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı verilerin sunumunda ortalama, standart sapma, frekans, yüzde, minimum ve maksimum değerleri kullanılmıştır. Bağımlı, bağımsız değişkenlerin tek değişkenli analizinde Ki-Kare testi kullanılmıştır. İstatistiksel testlerle ilgili olarak $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir

3. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde çalışanların görüşlerine yönelik bulgular elde edilmiştir. Elde edilen bulgular tablolar sunulmuş sonuçları yorumlanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular; katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bulgular, iş kazası ve meslek hastalığına ilişkin bulgular, iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin bulgular olarak ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Tablo 1

Çalışanların sosyo-demografik özellikleri

Sosyo-demografik özellikler	n	%
Kadın	20	7,1
Erkek	260	92,9
Toplam	280	100
Yaş	n	%
15-25	54	19,3
26-35	114	40,7
36-45	82	29,3
45 ve üzeri	30	10,7
Toplam	280	100,0
Eğitim durumu	n	%
Okur-yazar değil	2	0,7
İlkokul	52	18,6
Ortaokul	96	34,2
Lise	100	35,7
Önlisans	22	7,9
Lisans	8	2,9
Toplam	280	100,0
Gelir	n	%
500-1000 TL	30	10,7
1000-2500	172	61,4
2500 ve üzeri	78	27,9
Toplam	280	100,0
Ekonomik sıkıntı	n	%
Var	146	52,1
Yok	134	47,9
Toplam	280	100,0

Araştırmaya katılan çalışanların %7,1'i kadın, %92,9'u erkektir. Yaş gruplarına göre dağılımları incelendiğinde; %19,3'ü 15-25 yaş arası, %40,7'si 26-35 yaş arası, %29,3'ü 36-45 yaş arası, %10,7'si 45 yaş ve üzeri grupta yer almaktadır. Çalışanların eğitim durumuna göre dağılımlarına göre; %0,7'si okur-yazar değil, %18,6'sı ilkokul mezunu, %34,2'si ortaokul mezunu, %35,7'si Lise, %7,9'u önlisans ve %2,9'u lisans mezunudur. Katılımcılar gelir durumuna göre incelendiğinde; %10,7'si 1000 TL ve altı, %61,4'ü 1000-2500 TL arası, %27,9'u 2500 TL ve üzeri kazanca sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca %52,1'i ekonomik sıkıntı çektiğini belirtmiştir (Tablo 1).

Araştırmaya katılan çalışanların meslekte çalışma süreleri incelendiğinde; %12,1'i bir yıldan daha az süredir, %30,7'si 2 ile 5 yıl arası, %27,2'si 6-10 yıl arası, %20'si 11-20 arası, %10'u 21 yıl ve üzeri çalışmaktadır. İşletmede çalışma sürelerine bakıldığında ise, %24,3'ü bir yıldan daha az süredir, %42,9'u 2-5 arası, %20,7'si 6-10 yıl arası, %12,1'i 11 yıl ve üzeri şuan buldukları iş yerinde çalışmaktadır. Çalışanların meslek seçme nedenleri incelendiğinde; %47,1'i babasının mesleği olduğu için, %40'ı kendi tercihiyle, %5,8'i aile isteğiyle, %7,1'i diğer (arkadaş etkisi, işsizlik vs) bu mesleği seçmişlerdir. Çalışanların işletmedeki görevleri; %39,3'ü usta, %37,9'u işçi, %10,6'sı işveren, %7,9'u çırak ve %4,3'ü diğer görevleri yapmaktadırlar (Tablo 2).

İşletmelerde mesailer çoğunlukla (%62,1) saat 08.00'de başlamaktadır. Diğer mesai başlama saatleri sırasıyla %28,6'sı saat 09.00'da %4,3'ü 07.00'de, %4,3'ü diğer (vardiya usulü) başladığı görülmektedir. Mesai bitiş saatleri incelendiğinde %35,7'si saat 18.00'de, %21,5'i saat 17.00'e, %20'si saat 20.00'de, %15,7'si saat 19.00 da tamamlanmaktadır (Tablo 3).

Tablo 2

Çalışanların mesleklerine ilişkin bazı özellikleri

Mesleklerine İlişkin Özellikler	n	%
Meslekte çalışma süresi (yıl)		
1 ve daha az	34	12,1
2-5	86	30,7
6-10	76	27,2
11-20	56	20
21 ve üzeri	28	10
Toplam	280	100,0
İşletmede çalışma süresi (yıl)		
1 ve daha az	68	24,3
2-5	120	42,9
6-10	58	20,7
11 ve üzeri	34	12,1
Toplam	280	100,0
Meslek seçme nedeni		
Babasının mesleği	132	47,1
Kendi isteği	112	40
Aile isteği	16	5,8
Diğer	20	7,1
Toplam	280	100,0
İşletmedeki görevi		
Usta	110	39,3
Çırak	22	7,9
İşçi	106	37,9
İşveren	30	10,6
Diğer	12	4,3
Toplam	280	100,0

Tablo 3

İşletmede mesai başlama ve bitiş saatleri

Mesai Saatleri	n	%
Mesai başlama saati		
6:00	2	0,7
7:00	12	4,3
8:00	174	62,1
9:00	80	28,6
Diğer	12	4,3
Toplam	280	100,0
Mesai bitiş saati		
17:00	60	21,5
18:00	100	35,7
19:00	44	15,7
20:00	56	20,0
Diğer	20	7,1
Toplam	280	100,0

Çalışanların %13,9'unun var olan kronik bir hastalığı mevcutken, %86,1'inin herhangi bir kronik hastalığı yoktur. Çalışanların herhangi bir meslek hastalığı olup olmadığı sorgulandığında; %4,3'ünün meslek hastalığı mevcut olduğu görülmüştür. Mevcut olan meslek hastalıkları ise 1 kişide beyaz parmak hastalığıdır. "Mesleki hastalık riski var mı?" sorusuna katılımcıların %43,6'sı "evet" cevabını verirken, %20'si "hayır", %36,4'ü ise "bilmiyorum" cevabını vermiştir (Tablo 4).

Tablo 4

Çalışanların sağlık durumu ve mesleki hastalık riski

Sağlık Durumu /Meslek Hastalığı	n	%
Kronik hastalık (Sağlık Sorunu)		
Var	39	13,9
Yok	241	86,1
Toplam	280	100,0
Meslek hastalığı		
Var	12	4,3
Yok	268	95,7
Toplam	280	100,0
Meslek hastalık riskiniz var mı?		
Evet	122	43,6
Hayır	56	20,0
Bilmiyor	102	36,4
Toplam	280	100,0

Çalışanlara çalıştığı birimlere göre gerektiğinde kişisel koruyucu kullanma durumları sorulduğunda; %60'ı "ayakkabı", %72,9'u "eldiven", %46,4'ü "gözlük", %55'i "maske", %41,4'ü "kulak koruyucu" kullandığını belirtmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanma durumları

KKD kullanım (Kişisel Koruyucu Donanım)	Evet		Hayır		Gerekmiyor	
	n	%	n	%	n	%
Ayakkabı	168	60	60	24,3	44	15,7
Eldiven	204	72,9	52	18,6	24	8,6
Gözlük	130	46,4	102	36,4	48	17,1
Maske	154	55	80	28,6	46	16,4
Kulak koruyucu	116	41,4	110	39,3	54	19,3
Diğer	14	5	152	54,3	114	40,7

*Satır yüzdesi alınmıştır. *Birden fazla cevap verilmiştir.

Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmama nedenleri incelendiğinde %39'u rahat çalışmasını engellediği için, %39'u unuttuğu için, %11,8'i malzeme yetersizliğinden dolayı, %8,5'i gerekli olduğuna inanmadığı için, %1,7'si temin edilmediği için kullanmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 6).

Tablo 6

Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmama nedenleri

KKD Kullanmama nedeni	n	%
Temin edilmiyor	2	1,7
Gerekli olduğuna inanmıyorum	10	8,5
Malzeme yetersiz	14	11,8
Unutuyorum	46	39
Rahat çalışmamı engelliyor	46	39
Toplam	118	100,0

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda bilgi sahibi olma durumları incelendiğinde; %73,6'sı "evet", %22,1'i "kısmen bilgi sahibi" %4,3'ü ise "bilgi sahibi olmadığını" belirtmiştir. "Olası bir iş kazası ve meslek hastalığı sonucunda yerine getirilmesi gereken yükümlülükler ve/veya haklarını hakkında bilgi sahibi olduğunu" bildirenlerin oranı %62,9 iken, "kısmen bilgisi olduğunu" bildirenlerin oranı %22,1, "bilgi sahibi olmayanların" oranı ise %15'tir (Tablo 7). İşletmede "iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili uyarı levhaları ve önlemler olduğunu" bildirenlerin oranı %81,4, "kısmen bilgisi olduğunu" bildirenlerin oranı %14,3, "bilgi sahibi olmayanların" oranı ise %4,3'tür (Tablo 7).

"Çalışanlar iş güvenliği konusunda gerekli özeni gösterir" düşüncesinde olanların oranı %62,9 iken, kısmen olduğunu bildirenlerin oranı %25, bilgi sahibi olmayanların oranı ise %12,1'dir. "İşletmemiz iş güvenliği konusunda gereken tedbirleri alır" görüşünde olanların oranı %75,7 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %20,7, "hayır" diyenlerin oranı %3,6'dır (Tablo 7). Kişisel nedenler (aşırı iş yükü, çalışma saatleri uzunluğu, kazaya yatkınlık, eğitimsizlik vs) iş kazalarının oluşum nedenleri olduğu görüşünde olanların oranı %67,9 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %22,8, "hayır" diyenlerin oranı %9,3'tür (Tablo 7). Teknik nedenler (bakım yapılmayan makine ve teçhizatlar, koruyucu olmayan makine ve teçhizatlar) iş kazalarının oluşum nedenleri olduğu görüşünde olanların oranı %74,3 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %19,3, "hayır" diyenlerin oranı %6,4'tür (Tablo 7). "Çevresel nedenlerin (denetimsizlik, olumsuz çalışma koşulları vs.) iş kazalarının oluşum nedenleri olduğu" görüşünde olanların oranı %63,6 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %27,1, "hayır" diyenlerin oranı %9,3'tür (Tablo 7). "Ekonomik nedenler iş kazalarının oluşum nedenleridir" görüşünde olanların oranı %43,6 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %25, "hayır" diyenlerin oranı %31,4'tür (Tablo 7). "Kullanılan makine ve teçhizatın kontrolü düzenli olarak yapıldığını" düşünenlerin oranı %69,3 iken, "kısmen" diyenlerin oranı %23,6, "hayır" diyenlerin oranı %7,1'dir (Tablo 7).

Tablo 7

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine yönelik görüşleri

İş sağlığı ve güvenliğine yönelik görüşler	Evet		Hayır		Kısmen	
	n	%	n	%	n	%
İş sağlığı ve güvenliği hakkında bilgi sahibiyim	206	73,6	12	4,3	62	22,1
Olası bir iş kazası ve meslek hastalığı sonucunda yerine getirmem gereken yükümlülükler ve/veya hakları hakkında bilgi sahibiyim	176	62,9	42	15	62	22,1
İşletmemizde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili uyarı levhaları ve önlemler vardır	228	81,4	12	4,3	40	14,3
Çalışanlar iş güvenliği konusunda gerekli özeni gösterir.	176	62,9	34	12,1	70	25
İşletmemiz iş güvenliği konusunda gereken tedbirleri alır	212	75,7	10	3,6	56	20,7
Kişisel nedenler (aşırı iş yükü, çalışma saatleri uzunluğu, kazaya yatkınlık, eğitimsizlik vs) iş kazalarının oluşum nedenleridir	190	67,9	26	9,3	64	22,8
Teknik nedenler (bakım yapılmayan makine ve teçhizatlar, koruyucu olmayan makine ve teçhizatlar) iş kazalarının oluşum nedenleridir	208	74,3	18	6,4	54	19,3
Çevresel nedenler (Denetimsizlik, olumsuz çalışma koşulları vs.) iş kazalarının oluşum nedenleridir	178	63,6	26	9,3	76	27,1
Ekonomik nedenler iş kazalarının oluşum nedenleridir	122	43,6	88	31,4	70	25
Kullanılan makine ve teçhizatın kontrolü düzenli olarak yapılır	194	69,3	20	7,1	66	23,6

İşletmede son bir yıl içinde "hiç iş kazası gerçekleşmediğini" bildirenlerin oranı %58,6, "1-3 kez" diyenlerin oranı %28,6, "3-7 kez" diyenlerin oranı %10,7 ve "7-10 kez" geçirenlerin oranı %1,4 olarak saptanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8

İşletmede son bir yıl içinde gerçekleşen iş kazası sayısı

Kaza sayısı	n	%
Hiç	164	58,6
1-3	80	28,6
3-7	30	10,7
7-10	4	1,4
10'dan fazla	2	0,7
Toplam	280	100,0

Çalışanların iş kazası geçirme durumları incelendiğinde, %18,9'unun daha önce bir iş kazasını deneyimlediği görülmektedir. İş kazası deneyimleyenlerin hangi işi yaparken kaza geçirdikleri sorgulandığında ise, %60,4'ünün "kesim işlemi sırasında", %32,1'inin "taşıma esnasında", %7,5'inin "delme işlemi sırasında" gerçekleştirdiği anlaşılmıştır. İş kazası geçirenlerin mesleğinin kaçınıcı yılında kaza geçirdikleri sorgulandığında, büyük çoğunluğu (%54,7) "%2-4" yıl içerisinde, %37,8'i "5 yıl ve üzeri", %7,5'i "ilk bir yıl" içerisinde gerçekleştirdiğini belirtmiştir (Tablo 9).

Tablo 9

Çalışanların iş kazası deneyimlerine ilişkin bulgular

İş kazası deneyimi	n	%
Hiç iş kazası geçirdiniz mi?		
Evet	53	18,9
Hayır	227	81,1
Toplam	280	100,0
Hangi işi yaparken iş kazası geçirdiniz?		
Taşıma	17	32,1
Kesim	32	60,4
Delme	4	7,5
Toplam	53	100,0
Mesleğin kaçınıcı yılında kaza geçirdiniz?		
1	4	7,5
2-4	29	54,7
5 ve üzeri	20	37,8
Toplam	53	100,0

Çalışanların %18,9'unun kaza sonrası yaralanma/sakatlık deneyimi yaşadıkları saptanmıştır. Yaralanma/sakatlık türü incelendiğinde ise, %54,7'si "kesilme", %30,2'si "ezilme", %11,3'ü "kırık", %3,8'i "kafaya parça düşmesi" şeklinde gerçekleştiği görülmüştür (Tablo 10).

Tablo 10

İş kazası sonrası yaralanma/sakatlık durumlarına ilişkin bulgular

Kaza sonrası bilgiler		
Kaza sonrasında yaralanma/sakatlık durumu	n	%
Evet	10	18,9
Hayır	43	81,1
Toplam	53	100,0
Yaralanma/Sakatlık türü		
Kırık	6	11,3
Kesilme	29	54,7
Ezilme	16	30,2
Kafaya parça düşme	2	3,8
Toplam	53	100,0

Çalışanların iş kazasına ilişkin bulguları incelendiğinde, %88,7'sinin "dikkatsizlikten dolayı", %7,5'inin "makine güvensizliğine ilişkin yetersizlik" ve %3,8'inin "KKD kullanmadığı için" iş kazasına maruz kaldıkları anlaşılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11

İş kazası nedenlerine ilişkin bulgular

İş kazası nedeni	n	%
Makine güvenliğine ilişkin yetersizlik	4	7,5
KKD kullanmadığı için	2	3,8
Dikkatsizlik	47	88,7
Toplam	53	100,0

Çalışanların kaza sonrası işe dönme süreleri incelendiğinde, %15,1'i "1 gün sonra", %13,2'si "2-3 gün sonra", %41,5'i "4 gün ve üzerinde", %30,2'si "2-3 ay sonra" işlerine dönebildiklerini bildirmişlerdir (Tablo 12).

Tablo 12

Kaza sonrası işe dönme süresine ilişkin bulgular

Kaza sonrası (süre)	n	%
1 gün	8	15,1
2-3 gün	7	13,2
4 gün ve üzeri	22	41,5
2-3 ay	16	30,2
Toplam	53	100,0

Çalışanların çalışma koşullarına bağlı olarak geçirmiş oldukları hastalıklar incelendiğinde, %40'ı "solunum sistemi hastalıkları", %35,6'sı "cilt hastalıkları", %15,6'sı "alerji", %8,9'u "enfeksiyon hastalıkları" geçirdiklerini bildirmişlerdir (Tablo 13).

Tablo 13

Çalışanların çalışma koşullarına bağlı geçirdiği hastalıklara ilişkin bulgular

Çalışma koşulu hastalığı (süre)	n	%
Alerji	14	15,6
Enfeksiyon	8	8,9
Solunum sistemi hastalıkları	36	40
Cilt hastalıkları	32	35,6
Toplam	90	100,0

Cinsiyet özellikleri açısından kadın ve erkekler arasında iş kazası geçirme durumları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,185$) (Tablo 14). Çalışanların yaş gruplarına göre iş kazası geçirme durumları incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,000$). "36- 45 yaş" ve "45 yaş ve üzeri" grupta kaza geçirme oranı daha fazladır (Sırasıyla %24,4 ve %46,7). Bu durum ilerleyen orta yaş ile kaza oranının arttığını göstermektedir (Tablo 14).

Eğitim durumları açısından iş kazası geçirme durumları karşılaştırıldığında, ilkokul mezunu olanlarda iş kazası geçirme oranı (%26,9) daha yüksek olmasına rağmen, istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,211$) (Tablo 14).

Gelir durumu açısından iş kazası geçiren ve geçirmeyenler karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,000$). Gelir durumu 2500 TL üzeri olanlarda iş kazası oranı (%35,9) daha fazla saptanmıştır (Tablo 14). Sağlık sorunu olanlarda iş kazası oranının daha fazla görüldüğü saptanmış ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$) (Tablo 14).

Tablo 14

Çalışanların iş kazası geçirme durumlarına göre bazı tanımlayıcı özelliklerinin dağılımı

Tanımlayıcı Özellik	İş kazası geçiren*		İş kazası geçirmeyen*		Toplam**		P
	n	%	n	%	n	%	
Cinsiyet							
Kadın	5	12,5	35	87,5	20	7,1	P=0,185
Erkek	48	20	192	80	260	92,9	
Yaş							
15-25	8	14,8	46	85,2	54	19,3	X ² =23,62 8 P=0,000
26-35	11	9,6	103	90,4	114	40,7	
36-45	20	24,4	62	75,6	82	29,3	
45 ve üzeri	14	46,7	16	53,3	30	10,7	
Eğitim durumu							
Okuryazar/ilkokul	14	26,9	38	73,1	54	19,3	X ² =7,128 P=0,211
Ortaokul	19	19,8	77	80,2	96	34,2	
Lise	14	14	86	86	100	35,7	
Üniversite	6	27,3	24	80	30	10,8	
Gelir							
500-1000 TL	8	26,7	22	73,3	30	10,7	X ² =14,41 7 P=0,000
1000-2500	17	9,9	155	90,1	172	61,4	
2500 ve üzeri	28	35,9	50	64,1	78	27,9	
Sağlık sorunu							
Var	16	41	23	59	39	13,9	P=0,000
Yok	37	15,4	204	84,6	241	86,1	

*Satur yüzdesi alınmıştır, ** Sütun yüzdesi alınmıştır.

Tablo 15

Çalışanların mesleklerine ilişkin bazı özellikleri ile iş kazası geçirme durumlarının karşılaştırılması

Mesleğe İlişkin Özellik	İş kazası geçiren*		İş kazası geçirmeyen*		Toplam*		P
	n	%	n	%	n	%	
Meslekte çalışma süresi (yıl)							
1 ve daha az	5	14,7	29	85,3	34	12,1	X ² =28,651 P=0,000
2-5	4	4,7	82	95,3	86	30,7	
6-10	14	18,4	62	81,6	76	27,1	
11-20	18	32,1	38	67,9	56	20	
21 ve üzeri	12	42,9	16	57,1	28	10	
İşletmede çalışma süresi (yıl)							
1 ve daha az	7	10,3	61	83,7	68	24,3	X ² =18,287 P=0,000
2-5	18	15	102	85	120	42,9	
6-10	14	24,1	44	75,9	58	20,7	
11 ve üzeri	14	41,2	20	58,8	34	12,1	
Meslek seçme nedeni							
Babasının mesleği	31	23,5	101	76,5	132	47,1	X ² =7,435 P=0,059
Kendi isteği	18	16,1	94	83,9	112	40	
Aile isteği	4	25	12	75	16	5,8	
Diğer	-	-	20	100	20	7,1	
İşletmedeki görevi							
Usta	22	20	88	80	110	39,3	X ² =2,313 P=0,678
Çırak	4	18,2	18	81,8	22	7,9	
İşçi	17	16	89	84	106	37,9	
İşveren	6	20	24	80	30	10,6	
Diğer	4	33,3	8	66,7	12	4,3	

Çalışanların meslekte ve işletmede çalışma sürelerine göre iş kazası geçirme durumları incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,000$). Çalışanların meslek seçme nedeni ve işletmedeki görev pozisyonu ile iş kazası geçirme durumları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır (Sırasıyla $p=0,059$, $p=0,678$) (Tablo 15).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın gerçekleştirildiği Çanakkale ili küçük ve orta ölçekli mobilya işletmeleri, çoğunluğu geleneksel yöntemlerle çalışan işletmelerden meydana gelmektedir. Sektörde çalışanların büyük çoğunluğunu erkek çalışanlar oluşturmaktadır. Araştırmaya katılanların, %7,1'i kadın, %92,9'u erkek'tir. Çalışanların yaşları incelendiğinde en fazla 26-35 yaş arasında (%40,7) ve sonrasında ise 36-45 yaş arasında (%29,3) olduğu anlaşılmıştır. Sektörün, çoğunluğunu gençlerin oluşturduğu 35 yaş altı çalışanlardan meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Çalışanların büyük çoğunluğu ortaokul (%34,2) ve lise (%35,7) mezunlarından oluşmaktadır. Çalışanların %7,9'u önlisans ve %2,9'u ise lisans mezunudur. Yükseköğretim kurumlarından mezun olmuş çalışan sayılarının az olması dikkati çeken bir durumdur. İş kazasını etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Çalışandan kaynaklı sebep bunlardan en önemlisidir. Çalışanların eğitim seviyelerinin yükselmesi, bu konudaki bilinçlerini artırmasını sağlaması açısından önemli bir unsurdur.

Mobilya sektöründe çalışanların günümüz ekonomik koşullarına göre gelir durumlarının düşük olduğu söylenebilir (Yıldırım vd., 2017). Çalışanların gelir durumları incelendiğinde çoğunluğunun (%61,4'ü) 1000-2500 TL arası, (%27,9'u) 2500 TL ve üzeri kazanca sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca, %52,1'i ekonomik sıkıntı çektiğini belirtmiştir.

Çalışanların %39,3'ü usta, %37,9'u işçi, %10,6'sı işveren, %7,9'u çırak olarak görev yapmaktadırlar. Meslek seçme nedenlerine göre %47,1'i babasının mesleği olduğu için, %40'ı kendi tercihiyle bu mesleği seçmişlerdir. Bu oranın fazla olması çalışanların aileleri tarafından bu mesleğe yönlendirildikleri ve devam ettirdiklerinin göstergesidir. Aynı zamanda da bu mesleğin günümüzde de baba mesleği olarak da sürdürüldüğü görülmektedir.

Meslekte çalışma sürelerine göre çalışanların %12,1'i bir yıldan daha az, %30,7'si 2-5 yıl arası, %27,2'si 6-10 yıl arası, %20'si 11-20 arası, %10'u 21 yıl ve üzeri bu meslekte çalışmaktadır. İş tecrübesi açısından değerlendirildiğinde 5 yıl ve üstü çalışan sayılarının çoğunlukta ve mesleki tecrübesi olan çalışanlar olduğu görülmektedir. Çalışanların buldukları işletmedeki çalışma süreleri değerlendirilmesinde %24,3'ünün bir yıldan daha az, % 42,9'unun 2-5 yıl arası, %20,7'sinin 6-10 yıl arası, %12,1'inin 11 yıl ve üzeri çalıştıkları anlaşılmıştır. Aynı işletmede çalışma süresine göre bakıldığında 1-5 yıl arası çalışanların oldukça yüksek, 5 yıl ve üzeri çalışanların sayılarının daha az olduğu görülmektedir.

Mesai başlama saati %62,1'inde saat 08.00'de başlamakta olup; %35,7'sinde saat 18:00'de, %21,5'inde saat 17:00'e, %20'sinde saat 20:00'de, %15,7'sinde saat 19:00' da tamamlanmaktadır. Mesai saatleri değerlendirmesinde çalışanların büyük çoğunluğunun saat 08:00' de işe başladıkları, mesai bitiş saatlerinin ise farklılıklar gösterdiği, düzenli olmadığı görülmektedir. Mobilya işletmelerinde üretimdeki değişken talep, gerçekleştirilen faaliyetleri ve dolayısıyla çalışma temposunu ve sürelerini de etkilemektedir. Düzensiz ve uzun çalışma süreleri çalışanlarda yorgunluğun artmasına ve verimin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum kaza riskini beraberinde getirmektedir. Çalışma saatleri düzenlenmesinde çalışanların görüşleri göz önüne alınarak koruyucu tedbirlerin alınmasının ve ergonomik düzenlemelerin yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Kişinin var olan kronik sağlık problemleri çalışma koşulları ile birlikte onun sağlık durumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Çalışanların %13,9'unun Kronik hastalığı (astım-bronşit, alerji, hipertansiyon) mevcuttur. Meslek hastalıkları uygun olmayan çalışma koşulları ve mesleki risklerle yakından ilgilidir. Araştırmamızda çalışanların %4,3'ün de (12 kişi) meslek hastalığına (1 kişide beyaz parmak hastalığı ve diğerlerinde solunum

yolları hastalıkları) rastlanmıştır. Çalışanların çalışma koşullarına bağlı olarak geçirmiş oldukları hastalık oranı ise %32 olup, bunların %40'ı solunum sistemi hastalıkları, %35,6'sı cilt hastalıkları, %15,6'sı alerji, %8,9'u enfeksiyon hastalıklarıdır.

Çalışanların yaklaşık 1/3'ünün çalışma koşullarına bağlı olarak hastalık geçirmesi, ileride meslek hastalığına yakalanmaları açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışma koşullarının uygun hale getirilmesi sağlık açısından çok önemlidir. Çalışanların meslek hastalığı riski bilgileri sorgulandığında, %20'si "hayır", %36,4 ü ise "bilmiyorum" cevabını vermişlerdir. Bu sonuca göre çalışanların bu konudaki bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışan sağlığını korumaya yönelik bilgi seviyelerinin artırılması için eğitimler verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Atılğan vd.,(2017) Mobilya işletmelerinde iş kazaları ve meslek hastalıkları önlenmesinde eğitimin öncelikli tedbirlerden bir tanesi olduğu; Zor vd., (2017) Çalışanlara öncelikli olarak iş sağlığı ve iş güvenliği eğitimi verilmesi gerektiğini; Aydın ve Karaca (2013) İş sağlığı ve güvenliği eğitimi eksikliğinin iş kazalarının önemli nedenlerinden biri olduğunu; Birtekin (2015) ve Gürleyen vd.,(2013) İş kazalarının eğitim eksikliği, çalışanların yetersizliği, denetimlerin eksikliğinden meydana geldiğinden söz etmişlerdir. Mobilya sektöründe çalışanlar kullanılan makine ve araç gereç, hammadde, malzeme, kimyasallar, gürültü, ağır malzemelerin taşınması gibi nedenlerden dolayı çeşitli meslek hastalığı riski ve tehlikeleri ile karşı karşıyadır. Çalışmamızda çalışanların büyük çoğunluğunun meslekleri ile ilgili risk ve tehlikeler konusunda yetersiz bilgiye sahip oldukları anlaşılmıştır. Bu nedenle mesleki risk ve tehlikelere karşı bilgi ve eğitimlerin verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çalışanların %55'i maske, %72,9'u eldiven, %60'ı ayakkabı %46,4'ü gözlük, %41,4'ü kulak koruyucu kullanmaktadır. Çalışanların maske, eldiven ve iş ayakkabısını oldukça fazla kullandıkları, ancak kendileri için büyük önem arz eden gözlük, baret, kulak koruyucuları gibi diğer koruyucuları yeterince kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Düzenli biçimde kişisel koruyucu kullanmayan çalışanların kullanmama nedenleri; rahat çalışmalarını engellemesi ve unutulmalarından kaynaklanmaktadır. Kişisel koruyucu donanım kullanım durumlarına göre elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalar ile uyumludur (Gürleyen vd., 2013; İlhan vd., 2013; Gülsoy, 2015; Cibo vd., 2018).

Mobilya sektöründe kişisel koruyucu donanım kullanımı iş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemede çok önemlidir. Olası bir yaralanma ve sakatlanma durumunu önlemek için hem çalışma ortamında hem de kişisel olarak tedbirlerin alınması gerekmektedir. Kişisel koruyucuların ne zaman kullanılmaya başlanacağı, hangi şartlarda, ne kadar süre kullanılacağı, kullanılmaması durumunda ne gibi sonuçları olacağı konularında çalışanların bilgilendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Kullanmakta oldukları rahat çalışmasını engelleyen ve ergonomik olmayan kişisel koruyucu malzemelerin, alternatiflerinin belirlenerek uygun olan ile değiştirilmesi gerekmektedir. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine yönelik bilgi düzeyleri ile ilgili elde edilen yanıtlarda, çalışma ortamlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun, çalışanlarında bu konudaki bilgi düzeylerinin yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu yanıtların çalışanlara yöneltilen bazı sorular; meslek hastalığı riski ve tehlikeler (Tablo 4) ile ilgili bilgi düzeyleri, iş sağlığı ve güvenliği (Tablo 7) ile uyum göstermediği anlaşılmıştır.

Köklü vd., (2005) çalışmaya başlanılan ilk yıllarda daha fazla iş kazasına maruz kalındığını, ilerleyen yıllarda bu olasılığın azaldığını belirtmişlerdir. Camkurt (2013) çalışmasında 5 yıl ve üzeri çalışanların daha düşük kaza ortalamasına sahip olduğu, çalışma süresi arttıkça meydana gelen iş kazalarının azaldığı, uzun hizmet sürelerinin işe olan yatkınlığı artırdığı ve çalışanlar üzerinde aidiyet duygusu kazandırdığından söz etmektedir. Çalışmamızda iş kazası geçirenlerin %54,7'sinin 2-4 yıl içerisinde, %37,8'inin 5 yıl ve üzerinde bu kazayı geçirdiği görülmüştür.

Mobilya sektöründe kullanılan makinelerin kesici, delici, inceltici özellikte olmasından dolayı iş kazalarının büyük çoğunluğu kesim işlemi sırasında meydana gelmektedir (Ersoy vd., 2012; Gedik vd., 2014; Yılmaz, 2012; Gürleyen vd., 2013; İlhan vd., 2013). Yılmaz (2012)'in çalışmasında mobilya sektöründe çalışanların en

çok kesim yaparken kaza geçirdiği ve oluşan yaralanmanın kesik olduğu açıklanmakta ve bu kazaların çalışanlarda organ kopması, ezilme ve kırık şeklinde olduğu belirtilmektedir. Judd ve Wiedenbeck (2004) kullanılan mobilya sektöründe kullanılan makinelerin kesici, delici özelliklerinden dolayı çalışanların tehlikelere maruz kaldığından söz etmektedir. Son bir yıl içinde çalıştıkları işletmelerde iş kazası geçirme durumlarına göre çalışanların %58,6'sının hiç iş kazası geçirmediği, %28,6'sının 1-3 kez, %10,7'sinin 3-7 kez kaza geçirdiği görülmüştür. İş kazası geçirenlerin %60,4'ünün kesim işlemi sırasında, %32,1'inin taşıma esnasında, %7,5'inin delme işlemi sırasında kaza geçirdiği anlaşılmıştır. Çalışanların %18,9'unda kaza sonrası yaralanma/sakatlık meydana gelmiştir. Bu yaralanmalar %54,7'sinde kesilme, %30,2'sinde ezilme, %11,3'ünde kırık, %3,8'inde başına parça düşmesi şeklinde olmuştur. Mobilya sektöründe kullanılan aletler kesici, delici özellikte olduğu için en fazla kaza nedeni kesilmedir.

Kaza sonrası işe dönüşlerin uzaması iş ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. AB ülkelerini kapsayan bir çalışmada son 12 ay içinde kaza yapan ve bir ay veya daha fazla izin alanların oranı % 0,7 olup bu da AB'ye bağlı 27 ülkede 1.5 milyon kişiye karşılık gelmektedir. Bu sonuca göre ülkemizde kaza sonrası işe dönme oranlarının AB ülkelerine göre daha geç olduğu görülmektedir (Oshwiki, 2018). Kaza yapan yaşlı işçilerin oranı genç işçilere göre daha fazla olup, işten daha uzun süre uzak kaldıkları görülmüştür. Çalışmamızda çalışanların kaza sonrası işe dönme sürelerine göre değerlendirilmesinde, %41,5'inin 4 gün ve üzerinde, %30,2'sinin 2-3 ay sonra, %15,1'inin bir gün sonra, %13,2'sinin 2-3 gün sonra, işlerine dönebildikleri görülmüştür. Kazaların meydana gelmesi kişinin kendisine (%80'i), çevre koşullarına (%18'i) ve beklenmedik olaylara (%2'si) bağlıdır. Bu kazalarda (%98'i üzerinde) tedbirler alınabilmektedir (Camkurt, 2007).

Ceylan (2011)'in çalışmasında iş kazalarının oluşum nedenleri; genel olarak dikkatsizlik, tedbirsizlik, kurallara uymama, kullanılan araç gerecin kullanımına ilişkin bilgisizlik ve kullanılan araç gerecin bakımsız ve elverişsizliği olarak ifade edilmiştir. Aydın (2015) çalışmasında dikkatsizlik ve işi bilinçsiz yapma; Yılmaz (2012) çalışmasında kazaların en fazla dikkatsizlik ve dalgınlık sebebiyle; Gürleyen vd., (2013) yorgunluk, kendini işe verememe ve kesicilerin kör olması; Yaşar vd., (2018) korunmasız makine ve teçhizat, güvensiz davranış, eğitimsizlik; İlhan vd., (2013) iş kazaları ve meslek hastalıklarına maruz kalınmada en etkili faktörün işe başlarken eğitim alınmaması ve aşırı yük olduğunu, İnce vd., (2019) kazaların en fazla üretim sürecinde meydana geldiğini ve sebebinin eğitim ve ekipman yetersizliği olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda kazalara sebep olan en önemli faktörün "dikkatsizlik" (%88,7) olduğu tespit edilmiştir.

İş kazası geçirmenin cinsiyet ve eğitim ilişkisi saptanmamıştır. Bunun yanında, 36-45 yaş arasında kaza geçirme oranının daha fazla (%24,4) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yetişkinlerde yaş ile birlikte davranışlarda değişiklik yapılmasının zorluğundan kaynaklanabilir. Gelir durumu yüksek olanlarda daha fazla kaza oranına rastlanmıştır. Sağlık sorunu olanlarda iş kazaları daha fazla görülmüştür. İş kazası geçirme oranı çalışma süresi 6 yıl ve üzeri olanlarda ve aynı işletmede 2-5 yıl arası olanlarda daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Çalışma sonucunda iş sağlığı ve güvenliği açısından uygun çalışma ortamlarının sağlanması için olumsuz koşulların ortadan kaldırılmasının çok önemli olduğu anlaşılmıştır.

Bilgilendirme

Bu çalışma Ayşin AŞKIN tarafından hazırlanan, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Güvenliği Ana Bilim Dalı'nda yapılan "Küçük ve Orta Ölçekli Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarının Ergonomik Açından İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H., Kahraman, N. (2015). Türkiye Mobilya Sanayinde İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesine İlişkin Tavsiyeler, Selçuk-Teknik Dergisi, 14(2), 664-683.
- Aydın, Ş., T. (2015). Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Uygulamalarının İş Kazalarının Önlenmesi Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi,

Türkiye.

- Aydın, U., Karaca, E. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminin İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesindeki Rolü, Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası, 27(4).
- Birtekin, Ö., (2015). Hatay ve Gaziantep İlleri kapsamında Bulunan Ahşap İşleri ve Mobilya Üretim Sektöründeki İşletmelerde İş sağlığı ve Güvenliği Tedbirlerinin ve Belirlenebilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Zirve Üniversitesi, Türkiye.
- Camkurt, Z., M. (2007) İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerine Etkisi. TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 20(6), 2(1).
- Camkurt, Z., M. (2013). Çalışanların Kişisel Özelliklerinin İş Kazalarının Meydana Gelmesi Üzerindeki Etkisi, TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 24 (6), 25 (1-2).
- Ceylan, H. (2011). Türkiye'deki İş Kazalarının Genel Görünümü ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması, International Journal of Engineering Research and Development, 3(2), 8- 24.
- Cibo, C., Altay, Ç., Toker, H., vd. (2018). Aydın İlindeki Mobilya İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Durumunun İncelenmesi, International Vocational Science Symp. IVSS, Antalya.
- Çabuk, Y., Kahveci, M., Can, A., İmren, E. (2018). İş Kazalarının Önlenmesinde Güvenlik Kültürünün Önemi. II. Uluslararası Bilimsel ve Meslekli Çalışmalar Kongresi (BILMES 2018), Nevşehir, 360-367.
- Çiçek Ö., Öçal M., 2017. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştırmalı Analizi, Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Derg., 6(16), 616- 637.
- Ersoy, A., F., Bekar, A., Kılıç, B. (2012). İş Yeri Çalışma Koşullarının İş Kazaları Üzerindeki Etkisinin Lojistik Regresyon Analizi İle Değerlendirilmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kong. Gaziantep, 323-331.
- Gedik, T., İlhan, A. (2014). Sakarya İli Mobilya İmalatçılarında İş Sağlığı ve İş Güvenliği Üzerine Bir İnceleme, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 123-129.
- Gülsoy, Ü., K. (2015). Mobilya Boyahanelerinde Risklerin Tespiti ve Çalışanların Kimyasal Maruziyetinin Değerlendirilmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Türkiye.
- Gürleyen, L., Ulay, G., Gürleyen, T., Çakıcıer, N. (2013). Mobilya Üretimi Yapan İşletmelerde İş Kazalarına Yönelik Mevcut Durumun Tespiti (Düzce İli Örneği), II. Ulusal Mobilya Kongresi, Denizli 327-337. https://oshwiki.eu/wiki/Accidents_and_incidents , <https://oshwiki.eu>, (13. Ekim 2018).
- İlhan, A., Koşar, G., Karapınar, A., Gedik, T. (2013). Sakarya İli Mobilya İmalatında İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Ortaya Çıkış Nedenlerinin Analizi, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13 (2), 202-210.
- İmren, E., Kurt, R., Karayılmazlar, S., Çabuk, Y. (2018). Orman Ürünleri Endüstrisinde İş Kazaları Üzerine Bir İnceleme. II. Uluslararası Bilimsel ve Meslekli Çalışmalar Kongresi (BILMES 2018), Nevşehir, 1217-1221.
- İnce, M., Sevim, Korkut, D. (2019). Adana İlindeki Küçük Ölçekli Mobilya İşletmelerinde İş Kazalarının Analizi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 15 (1) , 1-10 .
- Judd, M., H., Wiedenbeck J., K. (2004). Safety in The Wood Products Industry, Forest Products Journal, 54(10): 8-18.
- Karadeniz, O. (2012). Dünya'da ve Türkiye'de İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları ve Sosyal Koruma Yetersizliği, Çalışma ve Toplum Dergisi, (3):15-75.
- Kaygın, B., Kurt, R., İmren, E. (2015). Bartın Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Mezunlarının İstihdam Durumu Üzerine Bir Araştırma. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 17(25-26), 54-61.
- Köklü, U., Dizdar, E., N., Gavas, M. (2005). Talaşlı İmalat Sanayinde Karşılaşılan İş Kazalarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, 10. Ergonomi Kongresi, 256-266, Bursa.
- Oshwiki,(n.d.) Accidents And Incidents?
- Rantanen, J. (2010). Grand Challenges for Occupational Health from Globalization, Journal of Occupational Safety and Health, 18: 167-171.
- Resmi Gazete, (2018). İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, Sayı: 30318.
- Yaşar, Ş. S., Komut O. (2018). İmalat Sanayisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Bir Araştırma: Erzincan İli Mobilya İşletmeleri Örneği, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20 (2): 252-265, Ağustos.
- Yıldırım, V. (2011). Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliği: Bir Alan Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Türkiye.

- Yılmaz, İ., C. (2012). İş Kazalarının Analizi (Mobilya Sanayindeki Küçük ve Orta Boy İşletmeler İle Büyük Boy İşletmelerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Türkiye.
- Zor, M., Yazıcı, H., Karakavuz, H. (2017). Mobilya İmalatçılarında İş Güvenliği Algısı Üzerine Bir İnceleme: Zonguldak İli Örneği. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3):1143-1151

İçme Suyu Havzalarında Arazi Kullanım Değişimi ve Kentleşme Baskısının Zamansal Analizi: Büyükçekmece Gölü Havzası Örneği

Betül UYGUR ERDOĞAN^{1*}

¹Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 21.03.2022

Kabul: 19.07.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi



Öz – İklim değişikliğinin etkisinin en fazla hissedileceği bölgelerden biri olan Akdeniz havzasında bulunan ülkemizde gelecekte ortaya çıkabilecek en önemli sorunlardan birisi de su kaynaklarının miktar ve kalitesi ile ilgilidir. Su stresi yaşayan ülkemizin değişen iklim koşullarına karşı var olan su kaynaklarını sürdürülebilir bir planlama çerçevesinde kullanması gerekmektedir. Bu nedendir ki suyun kalite ve rejimi üzerinde etkili olmasından dolayı su kaynaklarımız, içerisinde yer aldığı havzadaki Arazi Kullanım Türleri/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ) ile birlikte havza ölçeğinde planlanmalı ve değerlendirilmelidir. Hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme ve talep artışı su kaynakları ve arazi kullanım türleri üzerindeki baskıyı artırmıştır. Günümüzde İstanbul'un kentsel genişlemesinin su havzalarında gerçekleşmesi ise bu durumu daha da ciddi boyutlara taşımaktadır. Bu çalışmada İstanbul'un içme suyu havzalarından biri olan Büyükçekmece Gölü Havzası'ndaki Arazi Kullanım Türleri/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ)'nün zamansal değişimi ve kentleşme baskısı incelenmiştir. Bu kapsamda su havzası koruma kuşakları göz önüne alınarak havzanın 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE AKT/AÖ'sü belirlenmiş ve zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Havzadaki kentsel alan 1990 yılında %4,3 iken 2018 yılında bu oran %8,7'e çıkmıştır. Havzada ve özellikle koruma kuşaklarındaki kentleşmenin artışı havzanın hidrolojik süreçlerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu sonuçların önüne geçilebilmesi için Büyükçekmece Gölü Havzası'nın ekosistem bütünlüğünün korunması, arazi kullanım değişiminde su kaynaklarına zarar verecek dönüşümlere kesinlikle izin verilmemesi ve bu konuda mevcut yasal düzenlemelerin denetim ve yaptırım mekanizmalarının uygulamada fiilen yer alması sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler – İçmesuyu, su havaları, arazi kullanımı, kentleşme

Temporal Analysis of Land Use Change and Urbanization Pressure on Fresh Water Producing Watersheds: Büyükçekmece Watershed Case

¹Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

Article History

Received: 21.03.2022


Accepted: 19.07.2022

Published: 15.08.2022

Research Article

Abstract – Turkey is located in the Mediterranean basin and expected to encounter with some problems associated with negative effects of climate change in the future. One of the most important problems is related to the quantity and quality of fresh water resources. Our country, which is experiencing water stress, needs to protect its existing water resources against adverse effects of climate change within the framework of sustainable planning. For this reason, it is important to make management plans of water resources on a watershed scale. Today, expansion of the city of İstanbul takes place in watersheds and it carries this situation to even more serious dimensions. In this study, the temporal change of Land Use/Land Cover (LU/LC) patterns and urbanization pressure on Büyükçekmece Lake Watershed, one of the drinking water sources of İstanbul, was studied. In this context, considering the watershed protection zones, the CORINE Land Use/Land Cover (LU/LC) patterns of the watershed between 1990 and 2018 years were determined and their temporal changes were evaluated. While the urban area in the watershed was 4.3% in 1990, this percentage increased to 8.7% in 2018. The increase in urbanization in the watershed and especially in the protection zones have a negative impact on the hydrological processes of the watershed. In order to avoid these consequences, the ecosystem integrity of Büyükçekmece Lake Watershed should be protected. Changes in land use affecting water resources should not be tolerated. In this regard, it should be ensured that the existing legal regulations, inspection and sanction mechanisms take place in practice.

Keywords – Drinking water, watersheds, land use, urbanization

¹  uygub@iuc.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Yüzyıllar boyunca uygarlıkların yaşam alanlarını su kaynaklarına yakın bölgelerde kurmaları, suyun canlı hayatının temel parçası olduğunu gösterir niteliktedir. Nitekim son yüzyıl değerlendirildiğinde toplumlar ve su kaynakları arasındaki ilişki daha da önem kazanmıştır. Hızla artan nüfus, değişen arazi kullanım şekilleri ve iklim koşulları bu ilişkide su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmış ve toplumların yüzleşmesi gereken çeşitli sorunlar ortaya çıkarmıştır. Bu sorunlar su kaynaklarının kalite, miktar ve rejiminde olumsuz değişikliklere yol açmaktadır. Bununla birlikte dünyadaki su kaynaklarının sadece %2,5'inin tatlı su olduğu ve bu oranın da sadece %1'lik kısmının insanlar tarafından kullanılabilirdiği gerçeği ise bu sorunları su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından daha da önemli kılmaktadır.

Son yıllarda kırsal alanlardan kentlere olan göç hızlı bir artış göstermiştir. Öyle ki; Birleşmiş Milletler raporuna göre 2050 yılında dünya nüfusunun %68'inin kentlerde yaşayacağı belirtilmiştir (UN, 2019). Aynı raporda Türkiye'deki kentli nüfusun ise %75,1'den %86'ya yükselmesi öngörülmektedir. Nitekim, gelişen teknoloji kentlerde toplumlara daha rahat bir yaşam alanı sunma hedefindeyken, günümüzde kentleşme daha çok yapılaşma ve geçirimsiz yüzey anlamına gelmektedir. Bu durumda en çok etkilenen doğal kaynaklar ise toprak ve su olmaktadır. Kentleşme sürecinde özellikle yanlış arazi kullanımı sonucunda suyun doğal döngüsünü tamamlayamadığı, yüzeysel akış ile kayba uğradığı ve hatta zaman zaman afetlere dönüşebildiği bilinmektedir. Bu nedenle sınırlı mevcut su kaynaklarının korunması, etkin ve doğru şekilde kullanılarak sürdürülebilir bir yaklaşım çerçevesinde planlanması gerekmektedir. Bu noktada da su kaynaklarının içerisinde yer aldığı havzadaki arazi kullanım şekilleri ile birlikte havza ölçeğinde planlanması ve değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Nitekim su kaynaklarının planlanması ve yönetilmesinde en uygun ölçek havza olarak görülmektedir. Aynı zamanda havzadaki arazi kullanımlarının su kaynakları üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi su kalitesi ve verimi açısından da kritik öneme sahiptir. Diğer bir ifadeyle, su havzalarında gerçekleşen yanlış arazi kullanımı sonucunda su kaynakları ve üretim miktarları azalmakta (Göl, 2008); su kalitesi olumsuz etkilenmektedir (Özdemir, 2010; Tezcanlı Güyer ve İlhan, 2011).

Ülkemizdeki kentleşme süreci incelendiğinde yanlış arazi kullanımından kaynaklanan sorunlar ile karşılaşmaktadır. Özellikle göç, hızla artan nüfus, sanayileşme gibi etkenlerin baskısı altında olan İstanbul'da da kentleşmenin plansızlığı açıkça ortadadır. Yoğun nüfus ve sonucunda gelişen kontrolsüz kentleşme süreci toplumun ihtiyaçlarını (içme suyu, rekreasyon, vb.) karşılayan doğal alanları (orman, mera, tarım alanları) ve kaynakları geri dönüşü olmayan bir şekilde tahrip etmiştir ve bu tahribat devam etmektedir. Diğer taraftan bu çarpık kentleşme en önemli ihtiyaçlardan biri olan içme suyunun temin edildiği su havzalarına kadar genişlemiştir. Nitekim, İstanbul'a su sağlayan havzaların hemen hemen hepsi bu sorunu yaşamaktadır.

İstanbul'a su sağlayan havzalar Avrupa ve Anadolu yakasında yer almakta olup İstanbul'un su ihtiyacının yıllık %41'i Ömerli, Darlık ve Elmalı olmak üzere Anadolu yakasındaki; %59'u ise Pabuçdere, Sazlıdere, Büyükçekmece, Alibeyköy, Terkos, İstıranca olmak üzere Avrupa yakasındaki su havzalarında yer alan barajlardan sağlanmaktadır (ÇMO, 2021). Bu havzalardaki kentleşme baskısı havzaların yeterli miktar ve istenilen kalitede su üretiminde ciddi sorunlar oluşturmaktadır. Bu durum, olası iklim değişikliğinin sonuçlarına bağlı olarak ortaya çıkacak yağış miktarı ve rejimindeki değişiklikler ile sıcaklık artışları gibi olayların etkileriyle birleştiğinde daha da ciddiyet kazanacaktır. Bununla birlikte hızla kentleşen havzalardaki nüfusun ihtiyaç duyduğu su miktarı sürekli artmaktadır (İBB, 2022). Artan taleplerin yerine getirilebilmesi için kentleşme baskısına karşılık doğal süreçlerde dengenin korunması gerekliliği söz konusudur. Nitekim bu süreçlerin etkilendiği su havzalarından biri de Büyükçekmece Gölü Havzası'dır ve bu çalışmada havzadaki Arazi Kullanım Türleri/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ)' nün zamansal değişimi ve kentleşme baskısı incelenmiştir. 1990 ve 2018 yılları arasındaki arazi kullanım değişimi analiz edilerek su havzalarının planlanma süreçleri için öneriler getirilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada İstanbul'un önemli içme suyu havzalarından biri olan Büyükçekmece Gölü Havzası'ndaki arazi kullanım türlerinin zamansal değişimi ve kentleşme durumu incelenmiştir. Bu kapsamda havzanın 1990 ve 2018 yıllarına ait Arazi Kullanım Türleri/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ) belirlenmiş ve bu iki dönem arasındaki zamansal değişimleri değerlendirilmiştir. Aynı zamanda su havzası koruma kuşaklarında gerçekleşen AKT/AÖ değişiklikleri de ortaya konulmuştur.

Çalışma alanına ait AKT/AÖ değişimlerinin belirlenebilmesi için Avrupa Birliği Çevre Ajansı tarafından projelendirilen CORINE (Coordination of Information on the Environment) arazi kullanım ve arazi örtüsü altlıkları kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE verisi yine Avrupa Birliği Çevre Ajansı'nın uygulaması olan Copernicus Land Monitoring Service (Copernicus Arazi Gözlem Hizmeti)'den sağlanmıştır (URL-1, 2021).

CORINE sınıflandırması 44 arazi kullanım ve örtü sınıfına sahip iken bu çalışmanın amacı ve havzada yer alan arazi kullanım türleri dikkate alınarak sınıflandırma sadece 5 AKT/AÖ (Tarım, orman, mera, yerleşim ve yarı doğal alanlar) dikkate alınarak yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1

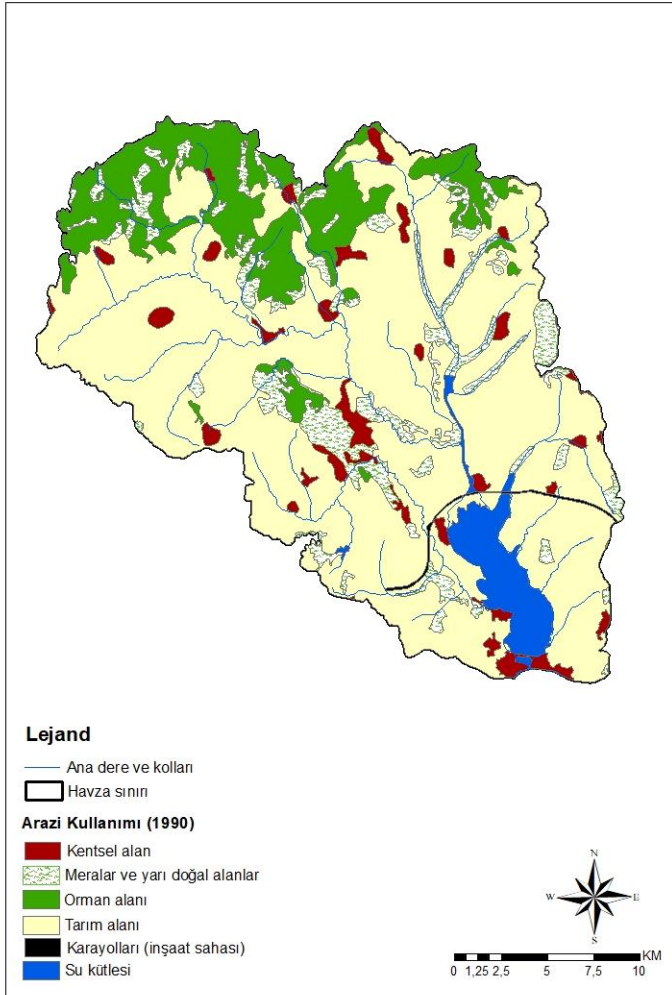
Çalışmada kullanılan AKT/AÖ ve CORINE arazi örtüsü kod ve sınıflandırması

Arazi Kullanım Türleri/Arazi Örtüsü (AKT/AÖ)									
Kentsel Alan		Tarım Alanları		Orman Alanları		Meralar ve Yarı doğal alanlar		Su Kütlesi	
Kod	Sınıf tanımı	Kod	Sınıf tanımı	Kod	Sınıf tanımı	Kod	Sınıf tanımı	Kod	Sınıf tanımı
111	Sürekli şehir yapısı	211	Sulanmayan ekilebilir tarım alanı	311	Geniş y. ormanlar	231	Meralar	511	Su yolları
112	Kesikli şehir yapısı	212	Sürekli sulanan alanlar	312	İğne y. ormanlar	321	Doğal çayırliklar	512	Su kütlesi
121	Endüstriyel veya ticari alanlar	222	Meyve bahçeleri	313	Karışık ormanlar	324	Bitki değişim alanları	521	Kıyı lagünü
122	Karayolları, demiryolları, vb.	242	Karışık tarım alanları					523	Deniz suları (Nehir ve okyanus)
124	Havaalanları	243	Doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım alanları						
131	Maden sahası								
133	İnşaat sahası								

Çalışmada Büyükçekmece Gölü Havzası'nın 28 yıl içerisinde arazi kullanımının nasıl değiştiği ArcGIS 10.5 programı kullanılarak haritalandırılmıştır. Ayrıca çalışmada arazi kullanım değişiminin incelendiği su havzası koruma kuşakları, İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği (2011)'ne göre belirlenmiştir. Yönetmelikte önem derecesine göre alanda yapılmasına izin verilecek faaliyetlerin belirlenmesini amaçlayan koruma kuşakları; mutlak koruma alanı (0-300 m), kısa mesafeli koruma alanı (300-1000 m), orta mesafeli koruma alanı (1000-2000 m) ve uzun mesafeli koruma alanı (2000 m – havza sınırı) olarak tanımlanmıştır. Çalışmada, Büyükçekmece Gölü Havzası için de mutlak koruma, kısa mesafeli koruma ve orta mesafeli koruma kuşakları belirlenmiş ve bu alanlardaki 1990 ve 2018 yıllarına ait AKT/AÖ belirlenmiştir.

3. Bulgular

Büyükçekmece Gölü Havzası'nın 1990 yılındaki arazi kullanımı incelendiğinde, havzanın genel arazi kullanımının tarım olduğu ve havzanın kuzeyinde orman alanlarının bulunduğu görülürken kentsel alanlar gölün güneyinde daha yoğun olmakla birlikte havzanın birçok noktasında dağınık halde görülebilmektedir (Şekil 2). Havzada 1990 yılındaki arazi kullanımında dikkati çeken bir nokta Büyükçekmece Gölü'nün üst sınırından geçmekte olan ve yapım aşamasında olduğu görülen TEM bağlantı yollarıdır (Şekil 2).



Şekil 2. 1990 yılında Büyükçekmece Gölü Havzası'na ait arazi kullanım durumu

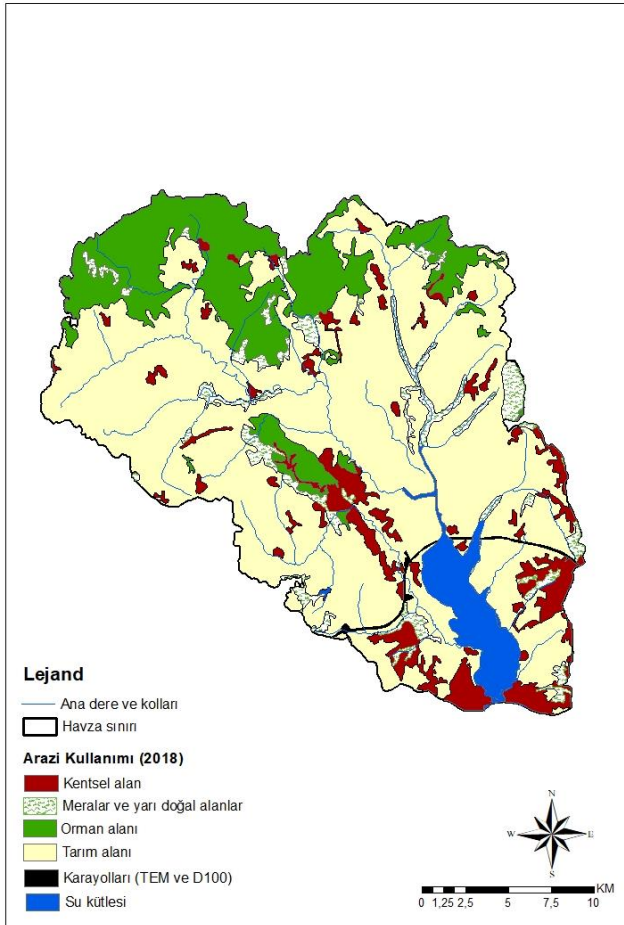
Havzanın 1990 yılında %67,9'unun tarım alanı (42951.8 ha), %14,2'sinin orman alanı (8997 ha), %9,6'sının mera ve yarı doğal alanlar (6081.1 ha) ve %4,3'ünün kentsel alanlardan (2730.1 ha) oluştuğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2

Büyükçekmece Gölü Havzası'nın 1990 ve 2018 yıllarındaki AKT/AÖ

AKT/AÖ	1990		2018		Değişim	
	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Kentsel alan	2730.1	4.3	5513.5	8.7	2783.4	102
Tarım alanı	42951.8	67.9	40953.6	64.8	-1998.2	-5
Meralar ve yarı doğal alanlar	6081.1	9.6	3495.4	5.5	-2585.7	-43
Orman alanı	8997	14.2	10669.0	16.9	1672.0	19
Su kütlesi	2483.2	3.9	2611.7	4.1	128.5	5
Toplam	63243.2	100	63243.2	100	0	-

Büyükçekmece Gölü Havzası'ndaki arazi kullanımının 2018 yılındaki durumu incelendiğinde ise, 1990 yılında olduğu gibi havzadaki genel arazi kullanımının tarım olduğu; fakat 2018 yılında kentsel alanlarda artış (%8.7) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

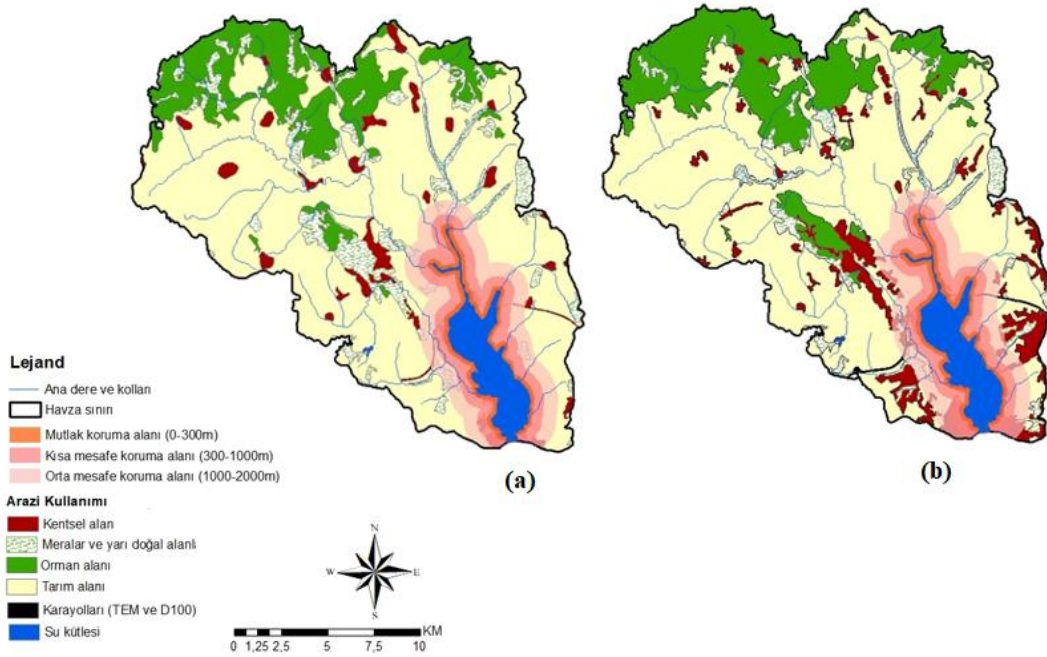


Şekil 3. 2018 yılında Büyükçekmece Gölü Havzası'na ait arazi kullanım durumu

Havzada 2018 yılı itibariyle, tarım alanları 40953.6 ha alan ile havzanın %64.8'ini kaplarken orman alanları 10669 ha alan ile havzanın %16.9'unu; mera ve yarı doğal alanlar 3495.4 ha alan ile havzanın %5.5'ini; kentsel alanlar ise 5513.5 ha alan ile havzanın %8.7'sini kaplamaktadır (Tablo 2).

Büyükçekmece Gölü Havzası'ndaki arazi kullanımında 28 yıl içerisinde gerçekleşen değişim ele alındığında havzadaki tarım alanlarında %5; mera ve yarı doğal alanlarda %43 oranında azalma tespit edilmiş ve bununla birlikte orman alanlarında %19; kentsel alanlarda %102 oranında bir artış belirlenmiştir (Tablo 2).

Havza genelinde görülen bu değişimlerin bir kısmı İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği (2011)'ne göre belirlenmiş koruma kuşaklarında gerçekleşmiştir (Şekil 4a, 4b). Her iki yıl için koruma kuşaklarındaki arazi kullanımları incelendiğinde tarım alanlarının belirlenen üç koruma kuşağında da alansal olarak hâkim olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Ancak 1990 yılında mutlak, kısa ve orta mesafeli koruma kuşaklarındaki tarım alanları sırasıyla 1332.5 ha, 2753.7 ha ve 3742.1 ha; 2018 yılında aynı koruma kuşaklarındaki tarım alanları sırasıyla 1230.7 ha, 2707.9 ha ve 3440.2 ha olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Dolayısıyla her üç koruma kuşağında da tarım alanının azalmış olduğu görülmüştür. Bununla birlikte meralar ve yarı doğal alanların da tarım alanlarına benzer şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca tarım alanlarının, meralar ve yarı doğal alanların azaldığı üç koruma kuşağında kentsel alanlar sadece mutlak koruma kuşağında azalırken kısa ve orta mesafeli koruma kuşaklarında artış göstermiştir (Tablo 3).



Şekil 4. Büyükçekmece Gölü Havzası koruma kuşaklarına ait 1990 (a) ve 2018 (b) yıllarındaki arazi kullanım durumu

Kentsel alanların 1990 yılında havzanın koruma kuşaklarındaki durumu incelendiğinde; mutlak koruma kuşağında 248.6 ha, kısa mesafeli koruma kuşağında 313.6 ha, orta mesafeli koruma kuşağında 102 ha olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde 2018 yılındaki arazi kullanımını incelendiğinde kentsel alanların mutlak koruma kuşağında 240.7 ha, kısa mesafeli koruma kuşağında 486.6 ha, orta mesafeli koruma kuşağında 642.2 ha alana sahip olduğu belirlenmiştir. Koruma kuşaklarında artan kentsel alanların 540.2 ha'lık artış ile özellikle orta mesafeli koruma kuşağında yoğunlaştığı görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3

Büyükçekmece Gölü Havzası koruma kuşaklarında 1990 ve 2018 yılları arasında arazi kullanım değişiklikleri

AKT/AÖ	Alan (ha)								
	1990			2018			Değişim		
	MKK	KMKK	OMKK	MKK	KMKK	OMKK	MKK	KMKK	OMKK
Kentsel alan	248.6	313.6	102.0	240.7	486.6	642.2	-7.9	173.1	540.2
Tarım alanı	1332.5	2753.7	3742.1	1230.7	2707.9	3440.2	-101.8	-45.8	-302.0
Meralar ve yarı doğal alanlar	77.2	190.5	513.7	27.1	94.6	275.4	-50.2	-95.9	-238.3

MKK: Mutlak Koruma Kuşağı KMKK: Kısa Mesafeli Koruma Kuşağı, OMKK: Orta Mesafeli Koruma Kuşağı

4. Tartışma ve Sonuç

İstanbul için önemli bir içme suyu kaynağı olan Büyükçekmece Gölü Havzası'nda 1990-2018 yılları arasında gerçekleşen arazi kullanım değişiminin ve kentleşme baskısının belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada en önemli değişim 2783.4 ha alanlık bir artış ile kentsel alanlarda görülmüştür. Bu artışın havzadaki tarım alanları, meralar ve yarı doğal alanlar üzerinde olumsuz etkileri olduğu da bu arazi kullanımlarının alanlarında sırasıyla 1998.2 ha ve 2585.7 ha'lık azalmalarının belirlenmesi ile ortaya konulmuştur. Havzada kentsel alanların artmasının 1990'lı yıllarda yapılmaya başlanan otoyolların havzaya ulaşılabilirliği sağlaması ile kuvvetli bir ilişkisinin olduğu unutulmamalıdır. Nitekim güçlü ulaşım ağı havzanın ikincil konut ve sanayi bölgesi olarak tercih edilmesine neden olmuştur (İBB, 2009). Aynı şekilde Şenol (2015), Büyükçekmece Gölü Havzası'ndaki nüfus artışının havzadaki otoyollar ve sanayi kuruluşlarından kaynaklandığını vurgulamıştır. Dolayısıyla 1990'lı yıllardan sonra havzadaki nüfusun artması ve buna bağlı olarak kentleşmenin yoğunlaşması kaçınılmaz olmuştur. Karakuyu vd. (2012), 1990 yılında havzanın nüfusunun 40.266, 2008 yılında ise 112.173'e yükseldiğini belirtmişken, İBB İstanbul İli Çevre Düzeni Planı Raporu'na göre 1990 yılında havzanın nüfusu 80.341, 2007 yılında ise 153.168 olarak verilmiştir (İBB, 2009). TÜİK verileri incelendiğinde ise havzada toprağı bulunan ilçelerden sadece biri olan Büyükçekmece ilçesinin 1990 yılındaki nüfusunun 142.920 iken 2018 yılında 247.736 olduğu görülmüştür (TÜİK, 2022). Tüm bu verilerden de anlaşılacağı üzere havzanın nüfusu sürekli artmış ve sonucunda havzadaki arazi kullanım değişimi ve dönüşümü gerçekleşmiştir.

Büyükçekmece Gölü Havzası'nda 1990-2018 yılları arasında arazi kullanımındaki olumsuz yöndeki değişim ve dönüşüm sırasıyla %5 ve %43 oranında azalma gösteren tarım alanları ve meralar ve yarı doğal alanlarda gerçekleşmiştir. Nitekim farklı yıllarda havzada yapılan çalışmalarda da genel olarak tarım alanlarının yerleşim alanlarına dönüştüğü belirtilmiştir (Karakuyu vd., 2012; Şenol, 2015). Mevcut çalışmada buna ek olarak bu dönüşümde kilit noktalardan biri de alansal olarak azalan mera ve yarı doğal alanlar olmuştur. 1990-2000'li yıllar arasındaki azalmaların kaynağı olarak meraların hukuksal açıdan tam anlamıyla korunamıyor olması gösterilmektedir (Cevher vd., 2008). Nitekim, 4342 sayılı Mera Kanunu 1998 yılında çıkartılmıştır (URL-2, 2022). Ki bundan sonraki süreçte de bu kanunun 14. maddesi nedeniyle yaşanan sorunlar meralar üzerindeki baskının nedenlerinden sayılabilir. Diğer taraftan, özellikle su üretim havzaları için su verimi ve kalitesi bakımından mera ve yarı doğal alanlar hidrolojik süreçler bakımından önemlidir. Bu nedenle su üretim

havzalarında bu vejetasyonun orman alanları ile birlikte korunması gerekmektedir. Diğer taraftan bu alanlarda gerçekleştirilen hayvancılık faaliyetlerinin İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği (2011)'ne göre belirlenen alanlarda taşıma kapasitesi belirlenerek denetimli şekilde yaptırılması da ayrıca önem arz etmektedir. Öyle ki havzadaki noktasal kaynaklardan biri de küçükbaş ve büyükbaş hayvan çiftlikleri olarak gösterilmektedir (Fakıoğlu vd., 2017). Aynı çalışmada yayılı kaynaklardan biri tarımsal faaliyetler olarak verilmiş olup havzanın genel arazi kullanım türü değerlendirildiğinde %5'lik azalma göstermesine rağmen havza alanının %64.8'ini tarım alanlarının kaplaması bu sorunun boyutunu düşündürücü kılmaktadır. (Tablo 2). Bu durumda havzadaki hâkim arazi kullanım türünün tarım olması havzada gerçekleştirilecek olan tarımsal faaliyetlerin, su kaynakları için bir tehdit oluşturmayan strateji ve planlama ile gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Nedeni ise havzada gübre ve tarım ilacı kullanımının su kaynaklarında kirlilik yükü oluşturmasıdır (Özdemir, 2010).

Arazi kullanım değişimi için havza genelindeki bu değerlendirme sonuçlarının koruma kuşakları için de benzer olması çalışma süresince koruma kuşaklarında da tarım alanları ve meralar ve yarı doğal alanların azalması ve kentsel alanların artması şeklinde gelişmiştir. Şöyle ki 1990-2018 yılları arasında Büyükçekmece Gölü Havzası mutlak koruma, kısa mesafeli ve orta mesafeli koruma kuşaklarında tarım alanları, meralar ve yarı doğal alanlar azalmış; bununla birlikte kentsel alanlar sadece mutlak koruma kuşağında azalırken kısa ve orta mesafeli koruma kuşaklarında ciddi oranlarda artış göstermiştir (Tablo 3). Nitekim, Tezcanlı Güyer ve İlhan (2011), 2007-2008 yılları arasında yaptıkları çalışmada mutlak koruma kuşağında 16; kısa mesafeli koruma kuşağında 23; orta mesafeli koruma kuşağında 13 ve uzun mesafeli koruma kuşağında 77 endüstriyel tesis olduğunu belirtmişlerdir. Kaya ve Kızıldere (2013), yaptıkları saha çalışmasında Büyükçekmece Gölü Havzası mutlak ve kısa mesafeli koruma kuşaklarının yerleşim alanı, tarımsal alan, sanayi ve anayol gibi kullanımlara ayrıldığını tespit etmişlerdir. Yine Tekeli (2016) yaptığı çalışmada Büyükçekmece İçme suyu havzası koruma kuşaklarında bulunması uygun olmayan arazi kullanımlarını incelemiş ve konut, spor tesisi, depolama alanları, sanayi alanı, ahır gibi koruma kuşaklarında bulunmasına izin verilmeyen yapılar tespit etmiştir. Dolayısıyla değişik yıllarda yapılan bu çalışmalar ve mevcut çalışma, koruma kuşaklarındaki arazi kullanımının yönetmeliğe uyumsuzluğunu da ortaya koymuştur. Diğer bir ifadeyle koruma kuşaklarının amacına ulaşmadığı görülebilmektedir. Bununla birlikte bu çalışma kapsamında belirlenen mutlak koruma kuşağındaki azalma ise İSKİ'nin son yıllarda içme suyu havzalarında gerçekleştirdiği yıkım ve kamulaştırma sonucu olarak değerlendirilmiştir (İSKİ, 2022). Nitekim bu yaklaşım içme suyu havzalarındaki yanlış arazi kullanımlarının su kalitesi ve su verimindeki etkilerinin hangi boyutlara ulaştığını anlaşıldığını gösterir niteliktedir.

Sonuç olarak su üretim havzaları için yasal mevzuatta birçok yönetmelik yer almasına rağmen bu havzalardaki kentleşme baskısı durdurulamamıştır. Havzada gerçekleşen arazi kullanım değişimleri havzanın hidrolojik süreçlerini olumsuz yönde etkileyerek kaliteli su üretiminde sorunlar meydana getirmektedir. Nitekim havzada yapılmış çalışmalarda göle etki eden kirlilik kaynakları evsel, endüstriyel ve tarımsal olarak belirlenmiştir (Özdemir, 2010). Havzada yaşanan bu durum kentleşmenin artması ile sadece su kalitesini değil; göle su sağlayan derelere yapılacak müdahaleler sonucunda su verimini de olumsuz etkileyecektir. Dolayısıyla özellikle iklim değişikliğinin yağış ve sıcaklık üzerindeki etkileri de göz önüne alındığında su havzalarındaki baskı ve arazi kullanım değişimi hem havza ekosisteminin hem de kentler için gereken içme ve kullanma suyu temininin sürdürülebilirliği bakımından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Bu bağlamda içme suyu havzalarının planlanmasında dikkat edilmesi gereken en önemli eylemler şöyle sıralanabilir;

- Havza esaslı yönetim modeli Kalkınma Stratejilerinde, Havza Koruma Plan ve Yönetmeliklerinde uzun yıllardır yer almasına rağmen günümüzde maalesef hala havzalarda koruma-kullanma dengesi sağlanamamıştır. Bu nedenle havzalarda yapılacak faaliyetlerin değerlendirilme sürecinde özellikle içme suyu havzalarının ekolojik ve hidrolojik özelliklerinin sürdürülebilirliği göz önünde bulundurularak havzadaki ihtiyaçların karşılanması gerekmektedir.
- Su üretim havzalarında koruma kuşakları yaklaşımı her havza için ekolojik değerlendirme sonucunda belirlenmeli ve fiilen uygulanmalıdır. İşlevsel olmadığı sürece su üretim havzalarında koruma alanları

bir çözüm olmamaktadır. Bu nedenle su üretim havzalarındaki denetimin çok daha sıkı ve ciddi yaptırımlara sahip olması gerekmektedir. Havza içerisinde yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemelidir.

- Mutlak koruma alanlarındaki yapıların kaldırılması ve bu alanların tekrar başkaları tarafından kullanımının önlenmesi gerekmektedir.
- Su üretim havzalarında su kalitesini etkileyecek faaliyetlere izin verilmemelidir. Büyükçekmece Gölü Havzası gibi özellikle tarım alanlarının hâkim olduğu havzalarda tarımsal faaliyetlerde gübre ve ilaç kullanımı denetlenmelidir.
- Su havzalarında gerçekleştirilen faaliyetlerin önceliklendirilmesinde havzanın doğal kaynaklarına zarar verilmesi durumunda kamu yararı gözetilmesi ya da kalkınma odaklı olması yaklaşımla dikkatlice değerlendirilmelidir.
- Su havzalarında yukarı havzalardaki ekosistemlerin parçalanmasına izin verilmemelidir. Havza bütüncül bir yaklaşım ile yönetilmelidir. Entegre Havza Yönetimi ile koruma-kullanma dengesi havzadaki tüm paydaşlar ile birlikte havzanın tamamında sağlanmalıdır.
- Marmara Havzası gibi yoğun nüfusa sahip havzalarda içme suyu amaçlı yapılan barajların havzaları mutlak olarak koruma altına alınmalıdır. İçme suyu havzalarında yapılacak her türlü faaliyet hem su kalitesini hem de su miktarını etkileyeceği için bu havzalarda herhangi bir faaliyete izin verilmemelidir. Özellikle kentleşme baskısı alternatifler sunularak ortadan kaldırılmalıdır.
- Su yönetimi ile ilgili kurum ve kuruluşların sayısı ve bu kurumların yetkileri gözden geçirilerek havzalarda karar alma sürecinde bu kurumlar arasında koordinasyon sağlanmalıdır.
- Su havzalarının korunmasına yönelik diğer bir adım da kent planlama politikalarında planlama alt yapısının doğa tabanlı çözümler içermesidir. Kentlerde yeşil alanların ve mavi-yeşil alt yapı bileşenlerinin planlamalara dahil edildiği yaklaşımlar benimsenmelidir.
- Tüm bu koruma amaçlarının ve faaliyetlerinin toplum algısını değiştirebilmesi için eğitimler verilmeli, faaliyetler düzenlenmelidir.

Kaynaklar

- Cevher, C., Ceylan, İ.C., Köksal, Ö. (2008). Türkiye’de mera kanunu uygulamalarının tarihsel gelişimi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2), 1-10.
- ÇMO (2021). İstanbul Su Durumu Teknik Rapor. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.
- Fakıoğlu, M., Karpuzcu, M.E., Öztürk, İ. (2017). İstanbul’da su havzalarını koruma faaliyetleri. *Havza Planlama ve Yönetimi Sempozyumu*, 20-22 Aralık, 2017, Bursa.
- Göl, C. (2008). Kentsel su ihtiyacının karşılanmasında sürdürülebilir havza yönetimi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 175-185, 20-22 Mart, 2008, Ankara.
- İBB (2009). 1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Raporu. 4. Bölüm. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü.
- İSKİ (2011). [İSKİ İçme Suyu Havzaları Yönetmeliği](https://www.iski.gov.tr/web/assets/Sayfalar-Docs/Mevzuat%20ve%20Y%C3%B6netmelikler/ISKI-ICMESUYU-HAVZALARI-YONETME-LIGI-29092017.pdf). <https://www.iski.gov.tr/web/assets/Sayfalar-Docs/Mevzuat%20ve%20Y%C3%B6netmelikler/ISKI-ICMESUYU-HAVZALARI-YONETME-LIGI-29092017.pdf> (16.12.2021).
- İSKİ (2022). https://www.iski.istanbul/web/tr-TR/arama?k=kaçak_yapı_yıkımı (02.03.2022).
- İBB (2022). Açık veri portalı. İstanbul’a verilen temiz su miktarı. <https://data.ibb.gov.tr/dataset/96fde959-3d0b-46d6-8b1d-78a7ba879fc6/resource/27bdb043-0051-49df-bd7c-b68f60f31247/download/istanbula-verilen-temiz-su-miktarlar-tr-en.xlsx> (02.03.2022).
- İstanbul Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2013). İl Çevre Durum Raporu 2012 İstanbul. Çevresel Etki Değerlendirmesi Şube Müdürlüğü.
- Karakuyu, M., Karaburun, A., Kara, F. (2012). Kentleşmenin Büyükçekmece Gölü havzasındaki arazi kullanım değişimleri üzerindeki etkisinin zamansal analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 42-54.
- Kaya, A., Kızıldere, M. (2013). İstanbul’daki içme ve kullanma suyu havzalarında arazi kullanımı. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.
- Özdemir, A.C. (2010). *İstanbul içme suyu havzalarında arazi kullanımlarının su kalitesine olan etkisinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İstanbul, 150 s.
- Şenol, C. (2015). Büyükçekmece gölü havzası arazi kullanımı ve insan ilişkisi. *Coğrafya’da Yeni Yaklaşımlar, Prof. Prof. h.c. Dr. İbrahim Atalay’ın 45. Meslek Yılına Armağan* Ed. Efe R., Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası, 475-481.
- Tekeli, E. (2016). *Kentsel dereler ve peyzaj onarımı: İstanbul Büyükçekmece örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul, 252 s.
- Tezcanlı Güyer, G., İlhan, E. G. (2011). Assessment of pollution profile in Buyukcekmece watershed, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173, 211-220.
- TÜİK (2022). Genel Nüfus Sayımı, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/nufus90app/idari.zul> (06.01.2022).
- UN (2019). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- URL-1 (2021). <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/land>, The Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), (21.12.2021).
- URL-2 (2022). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4342&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (07.06.2022).

Investigation of the Success of Natural Regeneration Fields by Multi-Criteria Decision Making Technique

Erol İMREN^{1*}, Halil Barış ÖZEL²

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

²Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 31.05.2022

Accepted: 02.08.2022

Published: 15.08.2022

Research Article



Abstract – Natural regeneration management is one of the most important steps of silvicultural practices, and it is important for the short-term regeneration of forests that have completed their natural cycles. Sustainability of forests is possible with the correct determination of the problems and the implementation of the correct plans. In this study, the most successfully assessed area has proven to be accurately determinable with the PROMETHEE method, which is an effective ranking method that works by taking numerical data from the determined trial areas in the natural Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) regeneration area of a forest management directorate. Among the criteria used in the numerical method, we can find the average height, average root neck diameter, and an average number of natural youths. For these criteria, weighting was done with the help of the entropy method. Within the scope of these findings, it has been seen that the success in natural Scotch pine regeneration areas to be realized in other regions is tangibly seen in the numerical data. In addition, this numerical method is important in terms of time efficiency, labor, and economic outputs allocated to these studies.

Keywords – Success of natural regeneration, PROMETHEE method, Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.)

Çok Kriterli Karar Verme Tekniğiyle Doğal Gençleştirme Alanlarının Başarısının İncelenmesi

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 31.05.2022


Kabul: 02.08.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi

Öz – Doğal gençleştirme yönetiminin silvikültürel uygulamaların en önemli adımlarından birisi olup, doğal süreçlerini tamamlamış ormanların kısa vadede tekrar dönüşümü için önem arz etmektedir. Ormanların sürdürülebilirliği problemlerin doğru tespiti ve doğru planların yapılarak uygulama konması ile mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada bir orman işletme müdürlüğünün doğal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) gençleştirme sahasındaki belirlenmiş deneme alanlarından sayısal veriler alınarak, etkin bir sıralama yöntemi olan PROMETHEE yöntemi yardımıyla en başarılı alan tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Sayısal yöntemde kullanılan kriterlerde alanlardan elde edilen verilerin ortalama boy, ortalama kök boğaz çapı ve ortalama doğal gençlik sayısı dikkate alınmıştır. Bu kriterler için entropi yöntemi yardımıyla ağırlıklandırma yapılmıştır. Elde edilen bu bulgular kapsamında başka bölgelerde gerçekleştirilecek doğal sarıçam gençleştirme alanlarında başarıyı sayısal veriler karşılaştırmada kullanılabilirliği görülmüştür. Ayrıca bu sayısal yöntem ile bu çalışmalara ayrılan zaman, emek ve ekonomik çıktıların heba olmaması adına önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler – Doğal gençleştirme başarısı, PROMETHEE metot, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

¹  eimren@bartin.edu.tr

²  halilbarisozel@gmail.com

*Corresponding Author

1. Introduction

The excessive and unplanned consumption of natural resources, which meet the shelter nutritional needs of human beings, jeopardizes the future of life. Deteriorated natural living conditions due to rapidly increasing population and global warming threats in recent years have damaged all ecosystems and significantly damaged the ecological cycle. Within the framework of the research and the models created, it is reported that fossil-based energy resources will decrease significantly as of 2050 and will reach the endpoint in 2080 (Akyol, 2010). In the face of this situation, the demand for clean energy sources has increased rapidly. The protection and evaluation of forests and forest ecosystems in every sense come to the forefront as a subject that draws attention in all international meetings, especially due to their superior characteristics in carbon storage (Akyol and Tolunay, 2014).

In order to ensure the continuity of forest resources, first of all, it is necessary to manage these resources correctly and to ensure the renewal and sustainable management of forest areas whose natural life processes are filled with successful silvicultural practices. The most important method used in this regard is natural regeneration practices (Genç, 2004). Re-establishment of forests with natural regeneration practices is accepted by world silviculturists as the most permanent and most valuable forest-building activity, as it is based on making maximum use of natural ecological conditions and silviculture suitable for nature (Ata, 1995). For this reason, there is a need for natural regeneration studies to be carried out primarily by making use of seeds obtained naturally from healthy seed trees in order to ensure the continuity of valuable pure and mixed stands that are shaped under different ecological conditions in our country. Scotch pine is the most important tree species at the beginning of these important forest tree species due to its wide geographical distribution and high zones.

“Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.)” is an important primary forest-tree species that can grow rapidly in areas where it is provided with optimum growing conditions since its youth. For this reason, it can proclaim its dominance in the soil of its environment by growing very quickly even in front of forest types, especially when it has sufficient upper light. For this reason, the first years of the species, which has a pile root system, consist of keeping the natural youth in the field by making use of the moisture and organic matter conditions in the upper soil layer. Therefore, the ecological conditions in the first 5-10 years must show suitable conditions for the species to stick in the field (Atay, 1988; Boyer, 1999).

Important research was carried out by Alemdağ (1967) on forest organizations, which are very important in terms of silvicultural decision-making in Scotch pine forests in Turkey.

A study was conducted by Akgül and Aksoy (1984) on the general soil characteristics of Scotch pine ratios in Bolu-Şerif Yüksel Research Forest and the differences were revealed by these emerging characteristics in all pure and mixed forest establishments in the research forest.

Important research has been carried out on the differences between neighborhood relations and solidarity on youth development and growth in stand microecology in Scotch pine forests in Lithuania (Brumelis et al., 2005).

In a comprehensive study in European Scotch pine forests, vital information was obtained about natural regeneration processes and pre-forest types in Scotch pine natural forests, which will contribute to practitioners (Boratynski, 1991).

Actual and important results were given by Boydak (1977), in which very detailed information was obtained on the seed productivity of Scotch pine forests in the Eskişehir-Çatacik region, and especially on the period range of abundant seed years, which is very important for natural regeneration applications.

In the results of the research on the development of Scotch pine natural youth cores and the possibilities of benefiting from these samples in the main stand establishment, it was emphasized that the cluster establishments can be utilized in this regard (Lhotka, 2006).

A study on the applicable principles of natural regeneration studies in Scotch pine forests of the Large Area Trench Management revealed the importance of side and diffuse light in growth, especially in the first years (Loftis, 1990).

Within the scope of this research, the youth dynamics and the factors affecting the success of natural regeneration in natural regeneration practices carried out in pure Scotch pine forests within the borders of the Kastamonu-Daday region were examined and it was tried to produce data that would provide an important contribution to the practitioners in this regard. The study aims to determine the entropy-weighted PROMETHEE method, which is one of the most efficient and multi-criteria decision-making techniques, confirmed by the data obtained from 20 natural regeneration application areas.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

When the meteorological data in the study area (Kastamonu-Daday) is examined, the annual average temperature results 8.4 °C, the hottest month is July (24.5 °C), and the coldest month is January (-1.4 °C). According to these data, the vegetation period is 6 (May-October) months. The average annual precipitation is 578.6 mm. The soil generally has a sandy-clay mud texture, and the structure has a clastic texture.

Measurements and observations were carried out in 20 different test areas of 25x40m, taken from the natural regeneration areas carried out in the research area in 2019. In this context, height and root neck measurements were made in natural Scotch pine youths, and information on some variables about ecological conditions and conditions related to standing establishments were collected. The obtained information was digitized and converted into objective formats to be used in statistical analysis.

2.2. Methods

The concept of Entropy, which has been adapted to the information theory by Shannon (1948), is now widely used in physics, mathematics, and engineering sciences (Wu et al. 2011; Ömürbek et al. 2017; Imren et al. 2021). The concept, formulated by probability theory, has been proposed as a measure to examine inequalities between information sets. The entropy weight method is an objective weight method. In particular, it is very suitable for measuring the relative intensities of different criteria in terms of representing the average inside information conveyed in decision making (Shannon, 2001; Zeleny, 2012; Huang et al. 2021). The method generally consists of the following stages (Wang 2009; Özdağoğlu et al. 2017; Gumus et al. 2020; Zhao et al. 2020; Ayçin and Güçlü 2020; Imren et al. 2021; Kurt et al. 2021, Kelleci et al. 2022).

Step I: Normalization of the decision matrix; The values of the criteria with different units in the decision problems should be standardized to take values in the range of [0,1] with the normalization process. The normalization process is performed using Equation (2.1).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

Here i ; alternative, j ; criterion, m ; the number of alternatives in the decision matrix, n ; the number of criteria in the decision matrix, x_{ij} ; i, j of the alternative. its value in the criterion, r_{ij} ; shows the normalized values in the decision matrix.

Step II: Finding the entropy values of the criteria; The entropy values (e_j) of each evaluation criterion are calculated as shown in Equation (2.2). Here, the k value, $k = \frac{1}{\ln m}$, is a constant coefficient and takes a value between $0 \leq e_j \leq 1$.

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \tag{2.2}$$

Step III: Calculation of weight values; Finally, the weights (W_j) of the criteria are calculated with the help of the degrees of differentiation ($D_j = 1 - e_j$) of each criterion (Equation 2.3). The sum of all weights must be 1.

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^n (1 - e_i)} \tag{2.3}$$

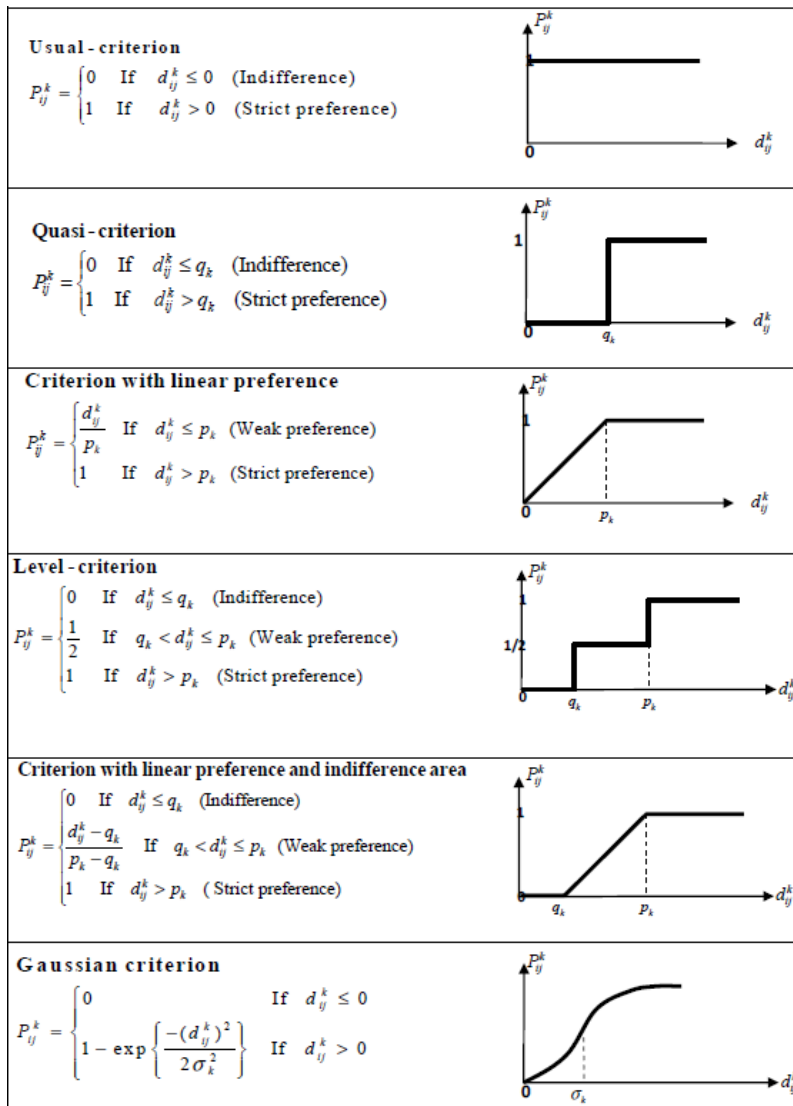


Figure 1. Preference functions according to generalized criteria types (Frikha et al, 2017)

The PROMETHEE method for complete sequencing was developed by J. P. Brans in 1982. Since its development, it has been widely used to solve multi-criteria problems in various fields. Various versions of the PROMETHEE method have also been added to the literature to help complex decision-making situations over time (Brans and Mareschal, 2005).

PROMETHEE was developed to provide a complete ranking on a limited set of viable alternatives. The basic principle of this method is based on a pairwise comparison of alternatives along with each specified criterion. For each criterion, the preference function translates the difference between the evaluations obtained by the two alternatives into a degree of preference ranging from zero to one (Ignatius et al., 2012). Vincke and Brans (1985) proposed six basic types (Fig.1) (Albadvi et al., 2007) to facilitate the selection of the preference function by customizing it.

For each criterion in preference functions, the value q of an insignificance threshold, the value of the absolute preference threshold p , or the value of s , an intermediate value between p and q , is fixed. The step-by-step procedure for the implementation of PROMETHEE is as follows (Behzadian et al., 2010):

Step I: the breadth of deviations between the measurements of the alternatives on each criterion, a and b being the two alternatives;

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b) \quad j = 1, \dots, k \quad (2.4)$$

is calculated as. That is, deviations are determined based on pairwise comparisons with $d_j(a, b)$. When these deviations are insignificant, the dominance relationship becomes stronger.

Step II: The preference function is determined using Equation (2.5).

$$P_j(a, b) = F_j[d_j(a, b)] \quad j = 1, \dots, k \quad (2.5)$$

By inverting the preference function ($-d_j(a, b)$) the equality criteria can be minimized. Here, $P_j(a, b)$ is the probability obtained from the comparison of two alternatives a and b in terms of a criterion, and F is j . indicates the preference of alternative “ a ” over alternative “ b ” in each criterion, as a function of $d_j(a, b)$ used for the criterion. So it turns into $0 \leq P_j(a, b) \leq 1$.

Step III: A global preference index is calculated.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j \quad \forall a, b \in A \quad (2.6)$$

Here, $\pi(a, b)$ denotes the degree to which a is preferred over b overall criteria, that is, its weight (w_j). A set is a finite set of possible alternatives.

Step IV: The positive and negative superiority values of the alternatives are calculated.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (2.7a)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad (2.7b)$$

Here $\phi^+(a)$ denotes how one alternative a outperforms the others. $\phi^-(a)$, on the other hand, expresses how one alternative a is left behind by the others.

Step V: Ranking by calculating the full superiority value.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (2.8)$$

Basic statistics (mean, standard deviation, minimum and maximum values, change intervals), rankings (ϕ, ϕ^+, ϕ^-), and the Visual PROMETHEE package program was used for the solution of the application.

3. Findings

The e_j , d_j and entropy weights (W) for the criteria were calculated using equations (2.1-2.3). These weights were obtained from the values of height growth, root neck diameter development, and natural youth number measured in the application areas, and were used to determine the performance ranking to be made with the PROMETHEE method.

Table 1

Entropy weights of the criteria

	average height (cm)	average root neck diameter (mm)	the average number of youth /m ²
e_j	0,997175	0,991763	0,989812
d_j	0,002825	0,008237	0,010188
W	0,13293	0,387624	0,479446

After assigning weight to each criterion with the entropy method, the criteria and preference function parameters of all data obtained from the study were summarized (Table 1). Accordingly, the average number of youth criteria was determined as 48%, average root neck diameter of 39%, and average height criteria as 13%. In the study, the type V linear (linear) function was used as the preference function type, which provides a precise measure of the differences between the conditional distribution of the insignificance threshold (q) and the absolute preference threshold (p), and the results are presented.

Table 2

Preference parameters and statistics of criteria

Criteria	Parameters			
	q	p	Mean	Standard deviation
Height	2,57	4,18	3,5	0,45
Root neck diameter	1,27	2,71	1,9	0,47
The number of youth /m ²	4,56	11,48	8,05	1,96

When Table 2 and Table 3 are examined, they are seen that the most successful one according to the valid criteria for each trial area is the action9 area ($\Phi = 0,4222$). The most unsuccessful trial area was action12 ($\Phi = -0,3555$). When the negative and positive superiority is examined in Figure 2, action9 comes first in terms of positive superiority. In terms of negative superiority, action17 and action9 take the first place. The trial fields, whose net advantage is in the green zone, came out in the first place.

Table 3

Positive priorities and negative priorities according to PROMETHEE

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	action9	0,4222	0,4222	0
2	action17	0,3849	0,3849	0
3	action7	0,3034	0,3244	0,021
4	action6	0,2855	0,2921	0,0066
5	action8	0,211	0,2569	0,0459
6	action16	0,1971	0,2296	0,0325
7	action5	0,1333	0,1944	0,0611
8	action20	0,1125	0,1887	0,0762
9	action18	0,0982	0,1764	0,0782
10	action4	0,0878	0,1734	0,0855
11	action11	0,0533	0,1605	0,1072
12	action3	-0,0121	0,1314	0,1435
13	action10	-0,0668	0,1063	0,1731
14	action13	-0,1831	0,0639	0,247
15	action14	-0,2369	0,0429	0,2798
16	action15	-0,3023	0,0119	0,3142
17	action19	-0,3255	0,0081	0,3336
18	action12	-0,3555	0	0,3555
19	action1	-0,3726	0	0,3726
20	action2	-0,4344	0	0,4344

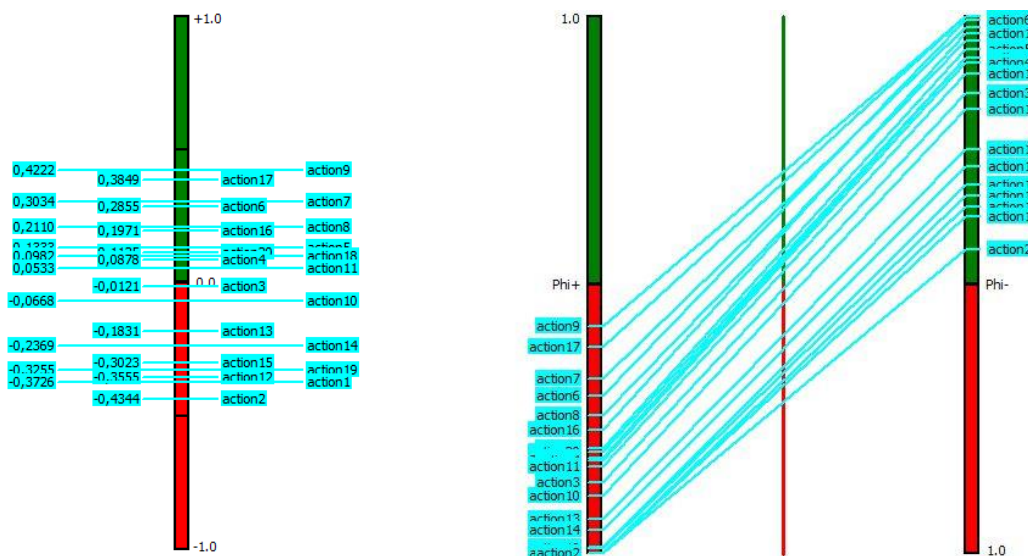


Figure 2. Clear advantages of trial sites

According to the direction of the decision bar on the GAIA plane, the trial areas that should be preferred most appropriate for the criteria determined are shown. The accuracy of the calculated values with a value of 99.7% is shown (Figure 3).

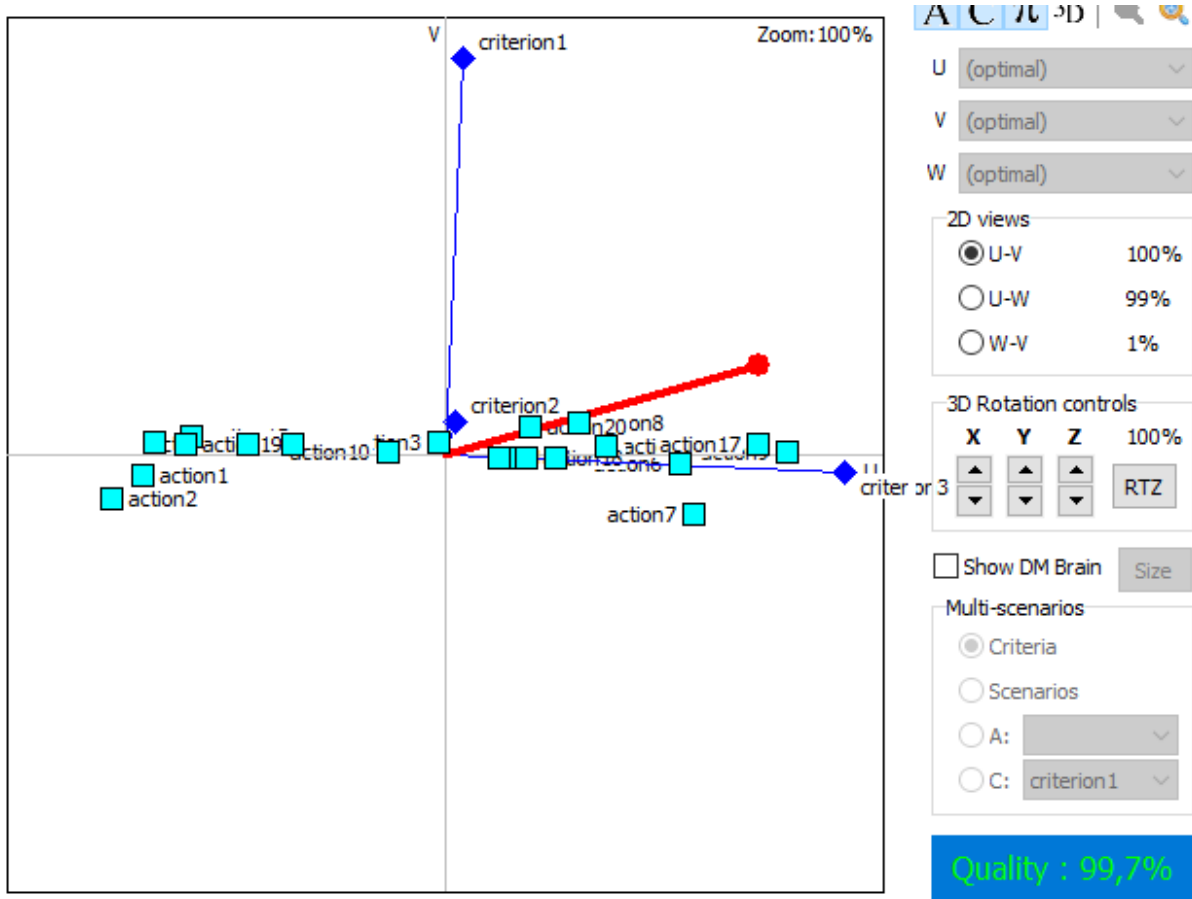


Figure 3. GAIA plane

4. Conclusions

Rapid developments in technology and information flow have enabled the analysis of data and the rapid conclusion of decision-making processes. In this context, it is important to determine the successful areas of studies in natural regeneration areas. In this research, which was carried out in the natural regeneration areas of Scotch pine in the Kastamonu-Daday region, the growth dynamics of natural Scotch pine youth and the effects of the factors affecting the success of natural regeneration were examined through numerical data and an application was made for the success of natural regeneration areas. PROMETHEE, one of the sorting methods, was used in the application. In the evaluation process with PROMETHEE, each the criterion is in addition to the ranking. The ability to use a different preference function; The second is to obtain partial and complete rankings of alternatives. Thanks to these advantages, the accuracy has been increased in the detecting successful areas of natural regeneration.

Acknowledgement

We would like to thank all the administrative and technical personnel of the Daday Forest Management Directorate for their support in the office and field works carried out within the scope of this study.

Author Contributions

Erol İMREN : Conceived and performed the analysis.

Halil Barış ÖZEL : Collected data for the analysis.

References

- Akgül, E., Aksoy, C. (1984). Bolu-Şerif Yüksel Araştırma Ormanının Genel Toprak Karakterleri ve Toprak Haritalarının Yapılması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:95
- Akyol, A. (2010). Sürdürülebilir Orman Yönetimi Ölçüt ve Göstergelerinin Türkiye Modeli. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 169 s.
- Akyol, A., Tolunay, A. (2014). Sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerinin Türkiye için modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 21-32.
- Albadvi, A., Chaharsooghi, S. K., Esfahanipour, A. (2007). Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE. *European journal of operational research*, 177(2), 673-683.
- Alemdağ, Ş. (1967). Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No. 20.
- Ata, C. (1995). Silvikültür Tekniği, Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Yayınları, No:4/3, 453 s. Bartın.
- Atay, İ. (1988). Tabii Gençleştirmeye Önem Vermeliyiz, *Orman Mühendisliği*, 25(4),18-19
- Ayçin, E., Güçlü, P. (2020). BIST Ticaret Endeksinde Yer Alan İşletmelerin Finansal Performanslarının Entropi ve MAIRCA Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (85), 287-312.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European journal of Operational Research*, 200(1), 198-215.
- Boratynski, A. (1991). The genetics of Scots pine: Edited by Maciej Giertych and Csaba Matyas. Developments in Plant Genetics and Breeding, Vol. 3. Joint edition published by Elsevier, 1991, 280 pp.
- Boydak, M. (1977). Eskişehir-Çatacık Mintikası Ormanlarında Sarıçam (Pinus silvestris L.)'ın Tohum Verimi Üzerine Araştırmalar, (Doktora tezi), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 2325/230, 193 sayfa.
- Boyer, W.D. (1999). Longleaf Pine: Natural Regeneration and Management. Alabama's TREASURED Forests; Fall 1999, USDA Forest Service, Southern Research Station, Auburn University.
- Brans, J., Mareschal, B. (2005). "PROMETHEE methods", Decision in Multicriteria Decision Analysis: State of the Art Surveys (J. Figueira, S. Greco and M. Ehrgott, Eds), (78):163-196.
- Brumelis, G., Elferts, D., Liepina, L., Luce, I., Tabors, G., Tjarve, D. (2005). Age and spatial structure of natural Pinus sylvestris stands in Latvia, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2005; 20: 471-480.
- Frikha, H. M., Chabchoub, H., Martel, J. M. (2017). Location of a new banking agency in Sfax: a multi-criteria approach. *International Journal of Information and Decision Sciences*, 9(1), 45-76.
- Genç, M. 2004. Silvikültürün Temel Esasları, SDÜ Orman Fak., Yayın No:44, Isparta.
- Gumus, H., Aydemir, D., Altuntas, E., Kurt, R., Imren, E. (2020). Cellulose nanofibrils and nanoscaled titanium dioxide-reinforced biopolymer nanocomposites: Selecting the best nanocomposites with multicriteria decision-making methods. *Journal of Composite Materials*, 54(7), 923-935
- Huang, W., Zhang, Y., Yu, Y., Xu, Y., Xu, M., Zhang, R., Dieu, G.J., Yin, D. Liu, Z. (2021). Historical data-driven risk assessment of railway dangerous goods transportation system: Comparisons between Entropy Weight Method and Scatter Degree Method. *Reliability Engineering & System Safety*, 205, 107236.
- Ignatius, J., Behzadian, M., Malekan, H. S., Lalitha, D. (2012). Financial performance of Iran's Automotive sector based on PROMETHEE II. In 2012 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology (ICMIT) (pp. 35-38). IEEE.
- Imren, E., Kurt, R., Yucedag, C., Bilir, N., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H. (2021). Selection of Superior Clones by the Multi-Dimensional Decision-Making Techniques in Scots Pine Seed Orchard. *Journal of Forests*, 8(1), 13-22.
- Kelleci, O., Aydemir, D., Altuntas, E., Kurt, R., Oztel, A., Yorur, H., Istek, A. (2022). Wood Flour-Reinforced Green Composites: Parameter Optimization via Multi-criteria Decision-Making Methods. *Journal of Polymers and the Environment*, 1-16.
- Kurt, R., İmren, E., Karayılmazlar, S. (2021). Türkiye Orman Endüstri Sektörü Altında Faaliyet Gösteren

- Kağıt, Orman ve Mobilya Firmalarının Finansal Performanslarının Entropi Temelli PROMETHEE Yöntemiyle Analizi. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23(2), 545-554.
- Lhotka, J.,M. (2006). Predicting Light Transmittance and Seedling Growth Across A Gradient Of Riparian Forest Canopy Structures, ProQuest Information and Learning Company, Alabama, USA.
- Loftis, D.L. (1990). A shelterwood method for regenerating Scots pine in the Southern Appalachians. *For. Sci.* 36, 917-929.
- Ömürbek, N, Eren, H, Dağ, O. (2017). ENTROPİ-ARAS ve ENTROPİ-MOOSRA Yöntemleri İle Yaşam Kalitesi Açısından AB Ülkelerinin Değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 29-48.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E., Bahar, S. (2017). Machine selection in a dairy product company with Entropy and SAW method integration. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), ss. 341-359.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27, 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Shannon, C. E. (2001). A mathematical theory of communication. *ACM SIGMOBILE mobile computing and communications review*, 5(1), 3-55.
- Vincke, J. P., and Brans, P. (1985). A preference ranking organization method. The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), 647-656.
- Wang, Y. J. (2009). Combining grey relation analysis with FMCGDM to evaluate financial performance of Taiwan container lines. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2424-2432.
- Wu, J., Sun, J., Liang, L., Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon ENTROPY. *Expert Systems With Applications*, 38 (5), 5162-5165.
- Zeleny, M. (2012). Multiple criteria decision making Kyoto 1975 (Vol. 123). Springer Science & Business Media.
- Zhao, D., Li, C., Wang, Q., Yuan, J. (2020). Comprehensive evaluation of national electric power development based on cloud model and entropy method and TOPSIS: A case study in 11 countries. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123190.

The Most Suitable Office Chair Alternative For Drafting Studios: The Sample of Bartın University Landscape Architecture Department

Erol İMREN^{1*}

¹Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 28.05.2022

Accepted: 02.08.2022

Published: 15.08.2022

Research Article



Abstract – In today's drafting areas the design of interior elements in line with ergonomical criteria holds great importance from physiological and psychological aspects. Especially the chairs and desks, used by the students who spend most of their times in schools, should be designed in line with ergonomical criteria. In this study, a survey study was carried out with undergraduate students of Bartın University Landscape Architecture Department to determine their demands and requests on the issue. The AHP (Analytic Hierarchy Process) model was built in accordance with the user demands and requests, and accordingly the main and sub-factors of the model were determined as a means to make the most suitable chair selection for use in draft studios. According to the outcomes of AHP model, ergonomics (77%), economy (16%) and aesthetics (7%) were found to be the main effective factors in chair selection. Also, the chairs with adjustment function, armrest and lumbar support were determined as the most suitable ones for use in draft areas. In the results section of the study, the most suitable chair features for use in draft rooms, as well as suggestions for future studies are proposed.

Keywords – Analytic Hierarchy Process (AHP), ergonomics, furniture industry, draft area, drawing chair.

Çizim Stüdyoları İçin En Uygun Koltuk Seçimi: Bartın Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Örneği

¹Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 28.05.2022


Kabul: 02.08.2022

Yayın: 15.08.2022

Araştırma Makalesi

Öz– Günümüzde kullanılan mekan ve mekan donatı elemanlarını ergonomik kriterlere göre tasarlanması fizyolojik konfor ve psikolojik açıdan önem arz etmektedir. Özellikle zamanlarının büyük bir kısmını okullarda geçiren öğrencilerin kullandıkları koltuk ve masaların ergonomik kriterlere uygun olması gerekmektedir. Bu çalışmada Bartın Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğrencilerine anket çalışması yapılarak talep ve istekleri belirlenmiştir. Belirlenen kullanıcı talep ve isteklere göre AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) modeli kurulmuş, modele ait ana ve alt faktörler oluşturularak çizim stüdyolarında kullanılacak en uygun koltuk seçiminin yapılması hedeflenmiştir. AHS modeli sonucunda koltuk seçiminde ergonomikliğin (% 77), ekonomikliğin (%16) ve estetiği (%7) koltuk seçiminde etkili ana faktörlerden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farklı yönlerde ayarlanabilen, kolçaklı ve bel destekli koltukların çizim mekanlarında kullanılacak en uygun koltuk özellikleri olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda çizim mekanları için kullanılabilir en uygun koltuk özellikleri ortaya konulmuş ve gelecekte yapılacak çalışmalar için ait öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), ergonomi, mobilya endüstrisi, çizim mekanı, çizim koltuğu

¹  eimren@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Introduction

The idea of applying ergonomical arrangements on all interior and exterior elements of living spaces, have become a necessity as the mankind strives to render its living area a more habitable place. (Yıldırım and Kasal, 2005; Kaygın and Demir, 2017; Cengiz et al., 2018). Ergonomy is known as a professional discipline using theories, principles, data and methods to maximize the well-being of mankind and optimize the performance of overall system (Dul and Weerdmeesder, 2003; Aşkin et al., 2021). People take various actions in line with their biological, social, psychological and physical features and needs. In general, they need interior and exterior elements to carry out these actions. (Yıldırım and Kasal, 2005). All products, intended for outdoor or indoor use, must be designed in accordance with the anthropometric measures of physical structure of humans. (Harris and Straker, 2000; Akin, 2012; Kaya, 2015; Pheasant and Haslegrave, 2018; Cengiz et al., 2018).

Undeniably, the design of the spaces with different functions (home, working environment, school, vehicle, street, etc.) as well as the design of interior and exterior elements used in these spaces, have great impacts on physical and mental health, efficiency, and economic welfare of people (Hastürk, 2013). Draft rooms are widely used in commercial enterprises in which various products are manufactured, as well as vocational and technical educational institutions in which several teachers and students receive their education. (Yıldırım and Kasal, 2005). Long working hours spent in wrong sitting positions on the interior elements (desks, chairs) which do not meet ergonomical design rules and standards in such working places and design schools, increase the risk of health problems such as neck, back, lumbar and hip pain (Linton et al., 1994; Knight and Noyes, 1999; Hedge and Lueder, 2008; Kahya et al., 2011; Dianat et al., 2013; Akin et al., 2014; Odunaiya et al., 2014; Ertaş et al., 2015; Saes et al., 2015; Souza et al., 2015). Seat elements (arm-chair, chair etc.) have an important place in people's life. Today, most of the people spend their time working and generally on their computer. Therefore, office chairs could be regarded as an extension of modern human's body, which has negative implications for people's health and reduces their efficiency and motivation.

Working at an elevated desk in draft studios results in weariness, neck and shoulder pain, especially for stoop shouldered people (Grandjean and Burandt, 1962; Schoberth, 1962; Yıldırım and Kasal, 2005). Users have both aesthetical and functional expectations from the chairs in working environments. The seat element should adapt to the human anatomy during long working hours. Therefore, making the most suitable chair selection in line with the needs and demands of the users is essential.

In this study, a questionnaire was conducted on the undergraduate students of Landscape Architecture Department, spending long hours in draft studios, to determine the level of discomfort and pain in various parts of their body. The criteria for compliance of seat elements (seat, chair, etc.) to demands and requests of users, were determined according to the results of the questionnaire. The determined factors were modeled using Analytical Hierarchy Process (AHP) and accordingly the most suitable chair was selected. The most suitable chair features for use in draft areas are proposed in the results section of the study.

2. Material and Method

2.1. Office Chairs

Tablo 1

General features of the office chairs

Features	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Arm-rest	Without armrest	Without armrest	Without armrest	Without armrest
Upholstery	Fabric	Leather	Fabric	Fabric
Adjustability	Single Direction	Single Direction	Three Directions	Two Directions
Mechanism	Moving	Moving	Moving	Moving

Four different office chairs were selected among the ones put up for sale by State Supply Office (DMO) in consideration of the demands and requests of the users participating in the survey study. C1, C2, C3, C4, represent the office chairs, and the features of the office chairs are given in Table 1.

2.2. Survey Study

The survey study was carried out to determine the level of discomfort and disorders that students undergo in draft areas during their study, as well as their demands and requests in the working place. In this regard, the questionnaire was carried out with 1st, 2nd, 3rd and 4th grade students of Bartın University, Landscape Architecture Department. In the questionnaire, the feelings were rated in likert scale as 5 levels between ‘‘very uncomfortable’’ and ‘‘very comfortable’’ to observe the change of feelings in some of the main body parts (neck, lumbar, back, hip, knee, foot, etc.) of the students, depending on drafting-drawing duration. The sample size required for the conducted survey study was evaluated using Equation (2.1) (Naing et al., 2006; Kılıç, 2012; Kaygın et al., 2015).

$$n = \frac{N \cdot t^2(p \cdot q)}{d^2(N - 1) + t^2(p \cdot q)} \quad (2.1)$$

Here,

N = Number of individuals in the universe (this value is 110 in this study),

n = Number of individuals included in the sample,

p = Incidence rate of observed incident (probability),

q = Nonoccurrence rate of observed incident ($1 - p$),

t = The theoretical value found in table t by specific degree of freedom and determined error level,

d = + deviation intended depending on the incidence rate of incident.

It was determined by Equation (2.1) that 79 students were required for the survey study being conducted. The conducted questionnaires were evaluated using frequency analysis, and demands, requests and discontent of the participants were determined accordingly.

2.3. Analytical Hierarchy Process

As consideration of several subjective criteria beside objective criteria, is required in chair selection, Analytical Hierarchy Process was selected for solution of the present problem. Effective factors were determined by percentage and frequency data in the conducted survey study. Checking the consistency of the comparison between each criteria is the most important factor affecting the validity of the obtained result. Therefore, consistency of relation matrices should be ensured. The consistency ratio (CO), developed by Saaty (2000), is found using Equation (2.2). CI: Consistency Index is calculated by Equation (2.3) and RCI: Rascal Consistency Index is calculated by Equation (2.4).

$$CO = \frac{CI}{RCI} \quad (2.2)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n - 1)} \quad (2.3)$$

$$RCI = 1.98 \cdot (n - 2) \quad (2.4)$$

Consistency ratio (Equation (2.5)) is obtained by putting Equation (2.3) and (2.4) in Equation (2.2).

$$CO = \frac{\left[\frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \right]}{1.98 \cdot (n - 2)} \tag{2.5}$$

The comparison matrix can be regarded consistent if the consistency ratio obtained using Equation (2.5) is under 0.1. (Saaty, 2000). The final stage of Analytical Hierarchy Process in this procedure is to find the product of importance weights of criteria and alternatives, and to determine the priority value for each alternative. Consequently, the alternative with the highest value is the best alternative for the problem (Toksarı, 2007; Imren et al., 2016; Imren et al., 2017; Kurt, 2020).

3. Findings And Discussion

According to Grandjean and Burandt (1962); and Schoberth (1962), weariness, neck and shoulder pain were reported by stoop shouldered individuals sitting around an elevated table. Health problems such as neck, back, lumbar and hip pain occurred after long working hours spent by students in wrong sitting positions on the interior elements (desks, chairs) which do not meet ergonomical design rules and standards, (Linton et al., 1994; Knight and Noyes, 1999; Hedge and Lueder, 2008; Dianat et al., 2013; Akın et al., 2014; Odunaiya et al., 2014; Saes et al., 2015; Souza et al., 2015). In the conducted questionnaire, respectively 34%, 40% and 54.1% of students reported neck, lumbar and arm pain and 28.2% of students reported that the office chair was very uncomfortable. One of the main factors was determined as ergonomics in the conducted survey study. Economy and style were used as the other factors within the scope of user demands (Figure 1).

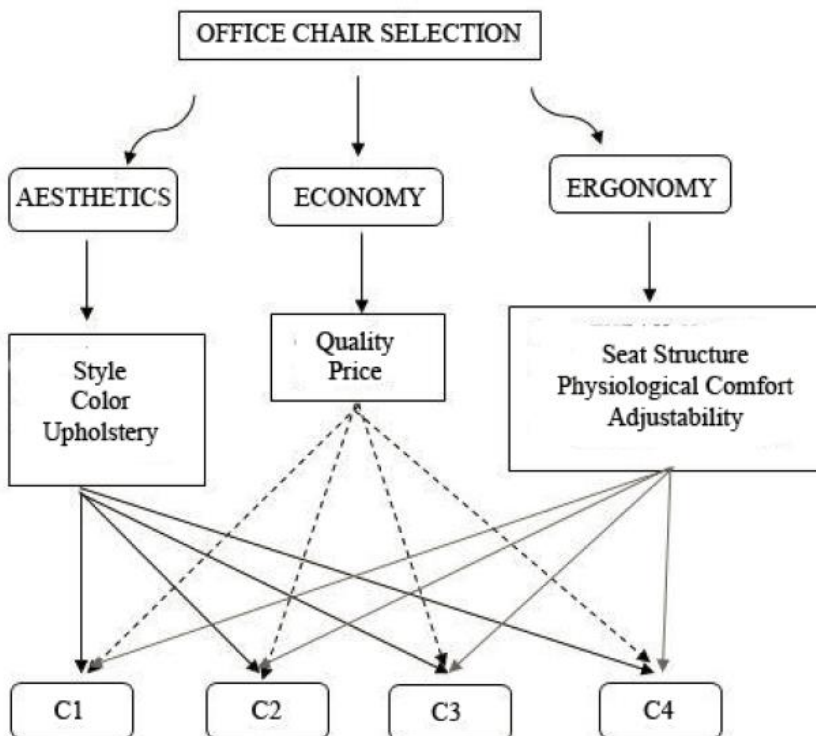


Figure 1. Office chair hierarchy model

The importance of aesthetics (Table 2) in chair selection comes into prominence by C3 with style (62%) and upholstery (47%) sub-criteria, and by C1 with color (36%) sub-criterion. Also upholstery material as a sub-criterion of aesthetics, was determined to be effective (74%) in chair selection. Alternative C3 was found as the most suitable product in terms of aesthetics.

Table 2

Weights of aesthetic criterion's sub-criteria by each alternative.

AESTHETICS / ALTERNATIVES	Style	Color	Uphols.	W
C₁	0.058	0.358	0.199	0.214
C₂	0.242	0.110	0.137	0.142
C₃	0.624	0.230	0.465	0.439
C₄	0.076	0.302	0.199	0.206
W	0.119	0.134	0.747	

The importance of economy (Table 3) in chair selection comes into prominence by C3 with quality (64%) and by C4 with color (36%) sub-criterion. Also quality as a sub-criterion of economy, was determined to be effective (44%) in chair selection. Alternative C3 was found as the most suitable product in terms of economy.

Table 3

Weights of economy criterion's sub-criteria by each alternative

ECONOMY / ALTERNATIVES	Quality	Price	W
C₁	0.059	0.306	0.110
C₂	0.191	0.127	0.178
C₃	0.647	0.065	0.528
C₄	0.103	0.502	0.185
W	0.833	0.167	

The importance of ergonomomy (Table 4) in chair selection comes into prominence by C3 with seat structure (56%) and physiological comfort (65%) sub-criteria, and by alternatives C3 and C2 with adjustability (43%) sub-criterion. Also physiological comfort, as a sub-criterion of ergonomomy, was determined to be effective (83%) in chair selection. Alternative C3 was found as the most suitable product in terms of ergonomomy. Tunay vd. (2005) reported that the spaces, elements and equipments arranged in line with ergonomical standards positively contributes to the physical and mental development of students. According to the results obtained in a vast number of studies, researchers agree on the importance of using school furnitures with sizes and ergonomical designs that comply to the anthropometric body structures of students. (Brewer et al., 2009; Castellucci et al., 2010; Ramadan, 2011; Dianat et al., 2013; Feathers et al., 2013).

Table 4

Weights of ergonomomy criterion's sub-criteria by each alternative

ERGONOMY / ALTERNATIVES	Seat Structure	Physiological Comfort	Adjustability	W
C1	0.095	0.076	0.079	0.079
C2	0.249	0.191	0.427	0.325
C3	0.560	0.657	0.427	0.524
C4	0.095	0.076	0.067	0.072
W	0.059	0.490	0.451	

The performance graph based on the built AHP model, is given in Figure 2. According to the performance graph the most suitable alternative in terms of aesthetics, economy and ergonomics, is determined as C3 (52%). Also, according the performance graph, alternative C2 was found suitable by 29%, C4 by 10% and C1 by 8%.

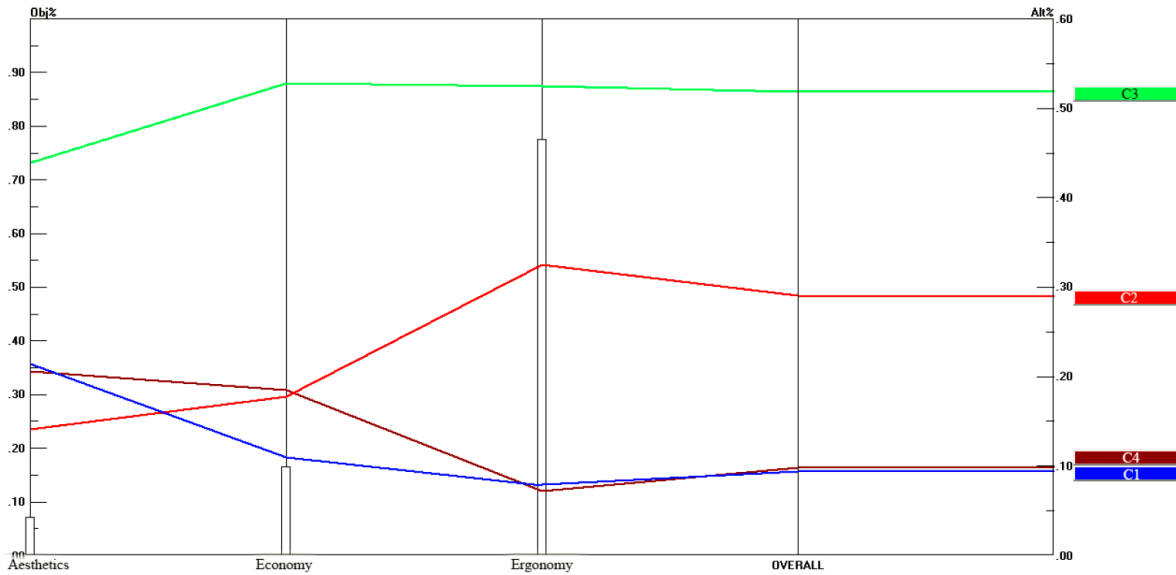


Figure 2. Performance graph of the chairs

The decision matrix of the built AHP model is given in Table 5.

Table 5

AHP model decision matrix

CRITERIA / ALTERNATIVES	Aesthetics	Economy	Ergonomy	W
C1	0.214	0.110	0.079	0.094
C2	0.142	0.178	0.325	0.290
C3	0.439	0.528	0.524	0.518
C4	0.206	0.185	0.072	0.098
W	0.068	0.162	0.770	

4. Conclusion

According to the results of conducted questionnaire and the decision matrix (Table 5) of the built AHP model, ergonomics is the most effective factor by 77% in chair selection of users. The office chairs with adjustment feature in 3 directions, arm-rest and lumbar support were found to meet the demands and requests of users. Also, economy and aesthetics were found to be effective by 16% and 7% respectively, in chair selection. The ergonomical analyses drawing on anthropometric measurement of users and digital human models, and the chairs designed in accordance with the results of these analyses, will pave the way for future studies

References

- Akın, G. (2012) Ergonomi, Tiydem Yayıncılık: Ankara.
- Akın, G., Gültekin, T., Bektaş, Y., Önal, S., Tuncel, E., (2014). Üniversite Öğrencileri İçin Sıra Tasarımı, *Ankara Üniversitesi Dil ve TarihCoğrafya Fakültesi Dergisi* 54, 1 (2014), 269-286.
- Aşkın, A., Imren, E., Kurt, R. (2021). "Relationship Between Furniture Design and Ergonomics", 13th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education (13th ICoSReSSE) Tam Metin, 26-29 May 2021 Antalya-Turkey, 307-314.

- Brewer, J. M., Davis, K. G., Dunning, K. K., Succop, P. A. (2009). Does ergonomic mismatch at school impact pain in school children?. *Work*, 34(4), 455-464.
- Castellucci, I., Gonçalves, M. A., Arezes, P. (2010). Ergonomic design of school furniture: challenges for the Portuguese schools. CRC Press.
- Cengiz, C., Karaelmas, D., Keçecioglu Dağı, P. (2018). The Examination of Urban Furniture in Bülent Ecevit University Farabi Campus in Terms of Landscape Design. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20(3), 465-476.
- Dianat, I., Karimi, M. A., Hashemi, A. A., Bahrampour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: proposed dimensions based on anthropometric data. *Applied Ergonomics*, 44(1), 101-108.
- Dul, J., Weerdmeester, B. (2003). Ergonomics for beginners: a quick reference guide. CRC press.
- Ertaş, Ş., Khosroshahi, A. N., Akbarihamed, N., Kalemci, F. (2015) The Determination of the Anthropometrical Measurements of 5-7 Ages Depending on the New Education System in Trabzon, Turkey. *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, 4(3), 12-24.
- Feathers, D. J., Rollings, K., Hedge, A. (2013). Alternative computer mouse designs: Performance, posture, and subjective evaluations for college students aged 18-25. *Work*, 44 Suppl 1(Suppl 1), SS115-22. doi:10.3233/wor-121487
- Grandjean, E., Burandt, U., (1962). "Das Sitzverhalten von Büroangestellten", *Industr. Organisation*, 31, 243-250
- Harris, C., Straker, L. (2000). Survey of physical ergonomics issues associated with school childrens' use of laptop computers. *International journal of industrial ergonomics*, 26(3), 337-346.
- Hastürk, E.,Y., (2013), " Statik Antropometrik Verilerle Ergonomik Oturma Mobilyası Tasarımı" Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Hedge, A., Lueder, R. (2008). School furniture for children. Ergonomics for children: designing products and places for toddlers to teens, Taylor & Francis, 721-751.
- Imren, E., Karayılmazlar, S., Kurt, R., Çabuk, Y. (2017). Yatırım Kararı Almada AHS Yönteminin Kullanımı: Bartın İli Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 107-114.
- Imren, E., Karayılmazlar, S., Kurt, R. (2016). Selection of optimal establishment place using AHP (analytical hierarchy process): An application of furniture industry. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18(2), 48-54.
- Kahya, E., Gülseren, E., Gelen, E., Aydın, S. (2011). "Yükseköğretim öğrencileri için ergonomik sıra ve masa tasarımı", 17. Ulusal Ergonomi Kongresi, Eskişehir.
- Kaya, Ö. (2015). Design of work place and ergonomics in garment enterprises. *Procedia Manufacturing*, 3, 6437-6443.
- Kaygın, B., Demir, M. (2017). Mobilyada Kullanıcı Odaklı Tasarımın Önemi Üzerine Bir Araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 20-29.
- Kaygın, B., Kurt, R., Imren, E. (2015). Bartın Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Mezunlarının İstihdam Durumu Üzerine Bir Araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (25), 54-61
- Kiliç, S. (2012). Sample size, power concepts and sample size calculation. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 2(3), 140.
- Knight, G., Noyes, J. A. N. (1999). Children's behaviour and the design of school furniture. *Ergonomics*, 42(5), 747-760.
- Kurt, R. (2020). Determining the priorities in utilization of forest residues as biomass: an A'wot analysis. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 14(2), 315-325.
- Linton, S. J., Hellsing, A. L., Halme, T., Åkerstedt, K. (1994). The effects of ergonomically designed school furniture on pupils' attitudes, symptoms and behaviour. *Applied ergonomics*, 25(5), 299-304.
- Naing, L., Winn, T., Rusli, B. N. (2006). Practical issues in calculating the sample size for prevalence studies. *Archives of Orofacial Sciences*, 1:9-14
- Odunaiya, N. A., Owonuwa, D. D., Oguntibeju, O. O. (2014). Ergonomic suitability of educational furniture and possible health implications in a university setting. *Advances in medical education and practice*, 5, 1.
- Pheasant, S., Haslegrave, C. M. (2018). Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work. CRC press.

- Ramadan, M. Z. (2011). Does Saudi School Furniture Meet Ergonomics Requirements?. *Work*, 38(2), 93-101.
- Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, 2. Edition. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saes, M. D. O., Ribeiro, C. D., Muccillo-Baisch, A. L., Soares, M. C. F. (2015). Prevalence of musculoskeletal pain and its association with inadequate school furniture. *Revista Dor*, 16, 124-128.
- Tunay, M., Melemez, K., Dizdar, E. N. (2005). Yüksek öğrenimde kullanılan okul sıra ve masalarının antropometrik tasarımı (Bartın Orman Fakültesi Örneği). *Technology*, 8(1-2), 93-99.
- Schobert, H. (1962). "Sitshaltung, Sitzschaden, Sitzmöbel", *Industr. Organisation*, Berlin: Springer, 74-86.
- Souza, I. T. G., Buski, C. R. B., Batiz, E. C., Hurtado, A. L. B. (2015). Ergonomic analysis of a clothing design station. *Procedia Manufacturing*, 3, 4362-4369.
- Toksarı, M. (2007). Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı Kullanılarak Mobilya Sektörü İçin Ege Bölgesi'nde Hedef Pazarın Belirlenmesi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F., Yönetim ve Ekonomi*, Cilt: 14, Sayı: 1, s. 171-180.
- Yıldırım, K., Kasal, Ö. (2005). Çizim Mekanlarında İnsan-Eylem-Donatı Elemanı İlişkileri Üzerine Bir Araştırma. *Politeknik Dergisi*, 8(3), 289-299.

Table Tennis Blade Production and Features

Avni Yıldızbaş^{1,*}, İsmail Özlüsoylu², Abdullah İstek²

^{1,*} Department of Forestry Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

² Department of Forestry Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Turkey

Article History

Received: 09.03.2022

Accepted: 23.06.2022

Published: 15.08.2022

Review Article



Abstract – Table tennis, which emerged in the late 1800s, has changed and developed with equipment development, as in many sports. In the early days, table tennis was played with parchment-covered long-handled rackets and cork or rubber balls. The game started to change with the invention of the hard rubber-coated racket in the 1930s, and the table tennis racket also changed with the spread of composite materials. A racket blade made of wood can consist of a single layer, or it mostly consists of 3-7 layers. The racket blade is produced 17 cm long and 15 cm wide on average. However, since there is no limitation in shape, size, and weight in their production, players choose racket blades according to their playing style. According to the International Table Tennis Federation (ITTF) regulations, at least 85% of the racket blade thickness must be made of wood, and the surfaces must be smooth and hard. Wood species with high impact absorption energy value are more suitable for table tennis blade production. There is an important relationship between the vibro-acoustic feature when the racket hits the ball and the racket blade. Density, hardness resistances, compressive strength, bending resistance, impact absorption energy, vibro-acoustic properties should be known in determining the suitability of the wood material to be used in the production of table tennis rackets. Various tree species such as Hinoki, Limba, Balsa, Kiri (Paulownia), Ash, Spruce, Linden, and Walnut are widely used in racket blades production.

Keywords – Table tennis, racket blade, composite, impact absorption energy, vibro-acoustic, production

Masa Tenisi Raket Tahtası Üretimi ve Özellikleri

^{1,*} Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

² Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

Makale Tarihi

Gönderim: 09.03.2022


Kabul: 23.06.2022


Yayın: 15.08.2022


Derleme Makale

Öz – 1800'lü yılların sonlarında ortaya çıkan masa tenisi pek çok spor dalında olduğu gibi ekipmanların gelişimiyle birlikte değişim ve gelişim göstermiştir. İlk zamanlarda parşömen kaplı uzun saplı raketler ile mantar veya kauçuk toplarla oynanmıştır. 1930'larda sert kauçuk kaplı raketin icadıyla oyun değişmeye başlamış ve kompozit malzemelerin yaygınlaşmasıyla masa tenisi raketi de değişmiştir. Ahşaptan üretilen raket tahtası tek katmandan oluşabileceği gibi daha çok 3-7 katmandan oluşmaktadır. Raket tahtası ortalama olarak 17 cm uzunluğunda ve 15 cm genişliğinde üretilmektedir. Ancak üretimlerinde şekil, boyut ve ağırlık yönüyle bir sınırlama olmadığından oyuncular raket tahtalarını oyun tarzlarına göre seçmektedir. Uluslararası Masa Tenisi Federasyonu (ITTF) yönetmeliklerine göre, raket tahtası kalınlığının en az %85'i ahşaptan oluşmalı ve yüzeyler düz-pürüzsüz ve sert olmalıdır. Darbe emilim enerjisi değeri yüksek olan ağaç türleri masa tenisi raket tahtası üretimine daha uygundur. Raketin topa çarpma anında oluşan vibro-akustik özellik ile raket tahtası arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Masa tenisi raketi üretiminde kullanılacak ahşap malzemenin uygunluğunun belirlenmesinde yoğunluk, çeşitli sertlik dirençleri, basınç mukavemeti, eğilme direnci, darbe emilim enerjisi ve vibro-akustik özellikleri bilinmelidir. Üretiminde Hinoki, Limba, Balsa, Kiri (Paulownia), Dişbudak, Ladin, İhlamur, Ceviz gibi çeşitli ağaç türleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Masa tenisi, raket tahtası, kompozit, darbe emilim enerjisi, vibro-akustik, üretim

¹  avniyildizbas@gmail.com

²  ismailozlusoylu@gmail.com

³  aistek@bartin.edu.tr

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Introduction

The sport of table tennis is a fun and exciting game enjoyed by people of all ages and walks of life. Table tennis is a quite easily accessible sport by everyone and is widely played worldwide. Like many other sports, it is known that table tennis started as a social pastime. It is known that in the last quarter of the 19th century, it was played with improvised equipment among the upper classes of society as an after-dinner parlor game in England. Table tennis co-evolved with the old game of tennis (*jeu de paume*; real tennis; court tennis or royal tennis), badminton, and outdoor tennis. With outdoor tennis becoming popular in the 1880s, table tennis was also developed (URL1). Major gaming companies such as J. Jacques & Son in the UK and Parker Brothers in the United States have successfully promoted competing versions of the game under names such as ping-pong and table tennis (McAfee 2009). The name ping-pong was in common use before British manufacturer J. Jaques & Son Ltd created its trademark in 1901. Jaques later used ping-pong to describe a game played on costly equipment he manufactured by himself. However, the name "ping-pong" was changed to "table tennis" by the American company after Jacques transferred the naming rights to Parker Brothers (URL2).

A table tennis racket is a hybrid material consisting of gluing a rubber sheet comprised of a dense elastic sponge and a compact rubber layer to a wooden sheet (Rinaldi et al. 2016). In other words, a table tennis racket consists of a wooden blade that is coated on one or both surfaces with rubber (called sandwich racket rubber) (Miyazawa et al. 2020). In the early days, table tennis was played with parchment-covered long-handled rackets and cork or rubber balls. However, the difficulties arising from the equipment used brought along the search and changes for new equipment. With the development of the celluloid ball in the 1920s, the game gradually began to be played fast. The invention of the hard rubber-coated racket in the 1930s contributed significantly to the game's development. The invention of the hard rubber coating changed the bounce and friction between the ball and the racket, two essential features in table tennis. This development has transformed table tennis from an ordinary parlor game into a challenging competitive sport that requires a swift reaction (McAfee 2009; Varenberg & Varenberg 2012). In the 1950s, racket rubber with elastic sponges was developed. The elastic sponge helped provide more spin and speed to the ball during the stroke. Until 1986, players used rubbers of the same color on both sides of the racket so that the opponent would not know which rubber they were the ball hitting. On July 1, 1986, two years before table tennis's entry into the Olympics, the International Table Tennis Federation (ITTF) made it a rule for competition rackets to have black rubber on one side and red rubber on the other. These developments have formed the basis of today's table tennis equipment, game rules, and styles (URL3; McAfee 2009).

In table tennis, the racket blade is an essential criterion in the players' success and affects the player's performance. For this reason, it is a necessity to produce the racket blade at a certain level of satisfaction and to provide the desired features (Arifin et al. 2017). The development of composites and advanced composites has affected nearly every aspect of modern life. Today, the aerospace industry, automobile industry, sporting goods industry, marine applications, construction industry, etc., are widely used in the fields. Composite materials are commonly used in the production of sports equipment due to their ease of processing, high strength, ability to be produced at the desired density, and vibration reduction properties. In the production of racket blades, plywood and reinforced wood composites are used together with solid wood (Buragohain 2017; Wang 2012). It is stated that the shape, weight, thickness, stiffness, and energy absorption of the racket affect the racket blade's performance. For this reason, it has been emphasized that the material used in the production of table tennis blades should be chosen according to their properties, such as energy absorption, hardness, and lightness. It has been stated that the required features for the table tennis blade; spin (15%), control (25%), speed (25%), shape (10%), and racket handle (25%) (Arifin et al. 2017). However, it has been emphasized that the chemical modification of the wood coatings used in the production of racket blades affects the racket's performance, increases the rebound distance of the ball and the increase is more pronounced in high-speed

hits. In addition, it was determined that the modification process did not change the vibration frequency of the blade but significantly increased the modulus of elasticity and its stiffness (Bao et al. 2015).

The mechanical properties of Kenaf natural fiber/polyester composite structures were evaluated for table tennis blades. Polyester was used as the polymer matrix material, and Kenaf natural fibers were used as the reinforcement material. It has been found that it is appropriate to use these composite structures as the primary material in the production of table tennis blades. In addition, it was emphasized that impact absorption energy is the most important issue to be investigated in the production of table tennis blades (Amin et al. 2017). The factors affecting the table tennis ball's restitution coefficient, spin, and tangential velocity were investigated. It has been noted that the type of racket blade has a significant influence on the restitution coefficient. It has been found that the effects of the solid wood blade (Hinoki) covered with a rubber sheet on one side and the allround blade on the restitution coefficient are close to each other as the strike speed increases. It is stated that the blade with the highest speed feature is the massive Hinoki. It was emphasized that the structure of the ball is a feature that should be considered in developing a blade with high-speed characteristics. At submaximal topspin conditions, wood has been found to have little effect on spin and tangential velocity (Tiefenbacher 1994). It has been stated that the restitution coefficient is closely related to the effect of energy loss, and the racket vibration caused by the impact is one of the main sources of energy loss. In addition, it was emphasized that impact strength and contact time have a strong effect on racket vibration (Kawazoe 1992). It has been stated that the distinctive sound produced when a table tennis ball hits the racket blade is an essential criterion in evaluating the racket. This sound is directly related to the blade vibrations and depends on the structure and layer properties of the blade. The relationship between the paddle blade plywood structure produced with Hinoki, Limba, and Ayous veneers and the vibration behavior was investigated in this context. It has been found that the detailed composition of the plywood can be taken into account in modeling but does not lead to better results than modeling an equivalent layer of homogenized orthotropic wood (Manin et al. 2012a). Manin et al., in a study they conducted, determined the vibro-acoustic feature that occurs when the ball hits the racket. This study showed a relationship between the vibration and acoustic behavior of the racket blade at the time of hitting the ball (Manin et al. 2012b). The relationship between the wood type and layer thickness in the plywood composition used to construct the racket blade and the vibro-acoustic formed when the ball hits the racket was investigated for ten different racket blades. It has been verified that there is a correlation between vibration and acoustics when the ball hits the paddle blade. It is stated that the vibro-acoustic feature of each racket is unique to itself. It was found that the layer thickness more than the wood type was effective on the vibro-acoustic property. In addition, it was stated that the vibro-acoustic frequencies vary linearly with the layer thickness. (Manin et al. 2014). In another study, the relationship between natural frequency and moisture content of Ayous and Cypress species, which are widely used in table tennis blade production, was investigated in accordance with acoustic and vibration theory. It has been emphasized that the natural frequency characteristics of the species used decrease with the increase in moisture content (Lu et al. 2016). Because differences in material structure can result in a wide variety of racket frequencies, the vibratory behavior of the racket can be used by a manufacturer to determine quality control or as a tool to explore various racket materials and construction (Russell 2018).

In this study, table tennis blade features, historical development, production, tree species used in its production, and required features, which play an essential role in the performance and success of the players in table tennis sport, are explained.

2. Racket Blade General Features

While the term "racket" is used by the ITTF in table tennis, the term "bat" is used in England, and the term "paddle" is widely used in the USA and Canada. The wooden part of the racket, often called the racket board, in English "blade," usually ranges from 1-7 layers (URL2). In general, the more layers a racket blade has, the faster it is said to be, but the racket's weight also affects speed. Five-layer blades, which generally contain a

thicker core layer than the outer layers, are preferred in games that give the ball more control and spin. When the wood layers of the racket blade are thicker, they usually offer more flexibility and a lighter feel. Five-ply blades are often associated with the classic, all-wood feel. On the other hand, the seven-ply blade contains thinner layers of wood and, therefore, more glue to join the layers together. This requires more strength and precision, providing greater rigidity and less flexibility. It is generally accepted that seven-ply racket blades are faster than the five-ply blade (URL4).

According to ITTF regulations, at least 85% of the racket blade thickness should be made of natural wood, and the wood surface should be smooth and hard. Today, in the production of racket blades, thickness less than 0,35 mm or 7,5% of the total blade-thickness according to the relevant regulation, fibrous reinforcing materials are allowed to be used between layers. For this purpose, materials such as carbon fiber, glass fiber, or compressed paper fiber adhere between the plywood layers that make up the racket blade, giving the blade hardness and speed. However, the surface of the racket blade is polished to the thickness permitted by ITTF. However, it should not be coated with more than 0,1 mm thick paint or very thick varnish (URL5; Wang et al. 2012). The racket blade can be of any shape (triangle, square, circle, etc.), size or weight, but is on average 17 cm long and 15 cm wide (Heaton 2012; URL2). Although official restrictions only focus on the flatness and stiffness of the paddle blade, these dimensions are ideal for most play styles. In addition, there is no regulation regarding the mass of rackets in the ITTF regulation (URL2; Iino and Kojima 2016). In general, larger paddle blades are preferred by defensive players who want to reduce the chance of bad hitting, while attackers prefer smaller-sized paddle blades because they think they can swing the racket faster when hitting the ball (Iino and Kojima 2016). In general, racket blade can be categorized as follows:

- Defensive game paddle blade (slow),
- Allround game racket blade (for intermediate and beginner players),
- Offensive game racket blade (fast)
- Carbon-infused racket blade (quite fast)
- Hardwood or softwood racket blade (Heaton 2012).

Faster racket blades tend to lose the feel needed for tapping, such as a short push, making overall control more difficult. Most top pro players tend to choose an allround or offensive racket blade combined with faster rubbers to give the racket extra speed while maintaining the necessary feel and control (Heaton 2012). It is stated that the main factors affecting the function of the racket blade are density, modulus of elasticity, modulus ratio, and strength. According to the theory of kinetic energy and Newton's second law, the higher the weight, the greater the kinetic energy. Therefore, the ball's rebound velocity will be higher after hitting the ball with a heavy paddle blade. Blades with a high modulus of elasticity also have a high ability to prevent deformation. The modulus ratio is the ratio between modulus and density that can be used to measure the contribution of the material's specific gravity to the elastic modulus to the racket blade. It is stated that the high specific modulus is one of the important foundations in developing new materials for rackets (Yu 2014). The paddle blade and the layers that make up the racket rubber and the paddle blade dimensions are shown in Figure 1. The paddle blade in the example is composed of Limba, Ash, a carbon layer, and Ayous layers, from the top layer to the core layer, respectively. Racket rubber consists of a sponge layer and rubber layer.

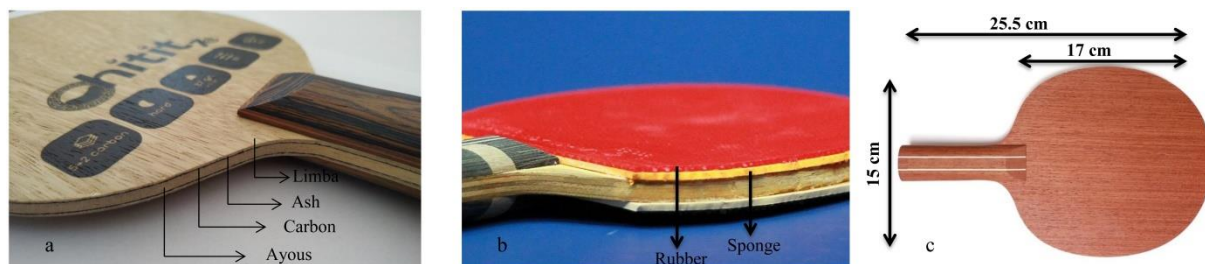


Figure 1. Racket blade (a), racket rubber (b) layers, and (c) racket blade dimensions

3. The Historical Development of The Racket Blade

Considering the historical development of the racket blade, while long-handled rackets covered with parchment were used in the early days, it changed significantly with the development of hard rubber-coated rackets after 1930. In the 1950s, racket rubbers with elastic sponges were developed, providing more spin and speed to the ball during the stroke. In this context, the tree species that make up the racket blade, their properties, shapes, and sizes have undergone changes and developments and started to be produced with standard features (McAfee 2009). Almost half a century ago, African Okoume wood was widely used to manufacture slow-featured, perfectly controlled rackets. Later, single-layer racket blades with fast characteristics were produced from Japanese Hinoki wood. Although it was difficult to control the paddle blade made of Hinoki wood, the game gained an excellent pace. Although the blades made of heavy Chinese wood were used by European players for a certain period, they were not used for a long time because the rubber attached to the surface of the racket blade increased the weight of the racket (URL6).

Today, with the development of engineering, materials, and sports sciences, racket blades are produced more modern and according to the needs. Although the racket blade is produced from solid timber, composite materials such as plywood and laminated wood are used, which are produced from veneer and papels obtained by sawing, cutting, or peeling the logs (Buragohain 2017). The wooden layers that make up the racket blade are reinforced with reinforcement materials such as cellulose, carbon, glass wool allowed in the ITTF regulation (Wang et al. 2012). Experiments have been done on the suitability of all shapes in the production of racket blades, which do not have any limitations in size and shape. Each racket that is proven suitability has advantages and disadvantages. The M-shaped handleless racket blade form was patented in 1989. Penhold curved handle racket blade started to be produced in 1979, and penhold round-square shaped racket blade started to be produced in 1980. Racket blade production in the form seen in figure 1(a) is common today (URL3; McAfee 2009; URL6; Liu 1996).

4. Types of Wood Used in Racket Blade Production

It is often confusing what wood species table tennis racket blades are made of, their properties, and how they affect a player's performance. In a controlled attack game close to the table, it is appropriate that the racket blade is not very fast but has five layers focusing on providing more control and spin to the ball. In the production of racket blades for this type of game, Kiri in the core (middle) layer, Ayous in the inner layers, and Hinoki in the outer layers are used. Kiri has excellent anti-vibration properties, Ayous has excellent flexibility for counter-attack close to the table, and Hinoki is suitable for touch and feel, especially when speed and spin variations (URL7).

Different types of wood are used in table tennis blade production, Ash, Spruce, Linden, Walnut, Willow, Poplar, Hinoki, Limba, Balsa, Kiri, etc. Rarely, solid wood consisting of a single layer is used, but generally, wood composite (plywood) materials consisting of 3, 5, 7, or 9 layers are used. For the wood species used in the production of racket blades to give a good performance, it is recommended to prefer natural drying methods and to carry out long-term drying processes. Racket blades can consist of veneer or laminate obtained from the

same tree species, as well as from different tree species. The composite racket blade generally consists of four parts: middle part (core), intermediate layer, surface layer, and racket handle. It is reinforced with materials such as carbon fibers, glass fibers, and cellulose fibers to strengthen the racket blade. Commonly used tree species and their characteristics are given below.

Abachi (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum)

Abachi wood is in the same family as Ayaous and Samba and is used as the outermost or core layer of racket blade. It blends well with many types of wood and is a light and flexible wood perfect for counter-attacking close to the table. This wood is found in 90% or more of all racket blades on the market (URL8; URL9).

Anegre (*Pouteria altissima* (A. Chev.) Baehni)

This wood that is suitable for controlled playing style is used in the middle and upper layers in the production of racket blades. Depending on the other wood layers it is used with, it has features suitable for defense and attack play. It provides a soft feel to players when in contact with the ball. It is generally preferred by many players with all-round playing styles (URL8; URL9).

Ash (*Fraxinus excelsior* L.)

This tree species, which also spreads in Turkey, is preferred in the production of racket blades with high-speed features. Due to its heavy and rigid structure blends best with lighter and softer core and outer layers. It is rarely used, but when used, it usually forms the core layer of the paddle blade (URL8; URL9).

Balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.)

Balsa, one of the lowest density woods, creates surfaces that have a non-linear effect on ball contact. Its soft structure allows the ball to sink into the racket rubber, which spins a lot resulting in a high waiting period required for attacking players and players with a cutting playing style. It is also suitable for spin variations due to its softness and non-linear effect. It is generally used as the core layer (URL8; URL9).

Linden (*Tilia* spp.)

Linden wood has been used in racket construction for over fifty years due to its high control and economical price. It is preferred by counter attackers close to the table and by players who want to buy their first professional rackets. This hardwood is used in racket blades suitable for all-round playing styles (URL8; URL9).

Lawson liar cypress (*Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray bis) Parl.)

Attack players have preferred it for decades because of the speed and softness it brings to the racket blade. It pairs well with Ayaous, Ash, and Pine (URL8; URL9).

Red cedar (*Thuja plicata* Donn ex D.Don)

It is suitable for producing a single-layer racket blade (URL8; URL9).

Hinoki "Japanese cypress, Kiso Hinoki" (*Chamaecyparis obtusa* Siebold & Zucc.)

It is one of the most used wood species in racket blades. Hinoki is only used in racket blade manufacture when 300 years old or more. The most significant disadvantages are that it is heavy and costly in producing racket blades. It is suitable for each layer in constructing the paddle blade (URL8; URL9).

Princess tree "Paulownia" (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.)

This type of wood, known as Kiri in Japanese in the table tennis market, is generally used as the core layer of the racket blade. It blends well with the blade's heavier middle and outer layers with high-speed properties. It reduces the vibration that occurs when hitting the ball. In addition, the racket blade made of this wood has less ball-feel on hits (URL8; URL9).

Jatoba (*Hymenaea courbaril* L.)

This wood is tough and very heavy. Its only practical use is as a very thin top layer. It combines well with balsa wood to create a paddle blade that adapts to long pimple rubber (URL8; URL9).

Koto (*Pterygota macrocarpa* K. Schum.)

It is an ideal wood for soft topspin games. It is typically used in extremely thin outer layers to produce a faster and harder racket blade. It is suitable wood for players who rely on both loop and counter-attack techniques. Koto wood surface coats encourage crisp, fast blocks and hard hits for sharper ball contact and faster response. It is a suitable tree for offensive-style games (URL8; URL9).

Limba (*Terminalia superba* Eng. & Diels)

It is mostly used as a surface coating with a 0.7–0.8 mm thickness. Limba is a wood suitable for the outer and middle layers of the racket blade. It has a medium-soft feel. Limba wood provides the smooth feel and excellent control today's modern topspin players need. Limba is a classic European topspin wood (compared to Hinoki, a classic Asian topspin wood) heavy and fast, but not springy. It is lighter and softer than Hinoki or Koto. Although Limba wood is soft, it alone cannot give a soft feel to the racket blade, and when used in combination with other veneers, the Limba racket blade can provide a hard feeling. Limba provides a good acoustic sound as it has excellent acoustic properties. Topspin players like it because of its vibrations or flexibility. The higher the thickness of the limba layer, the higher the batting power of the racket blade (URL8; URL9).

Planchonella (*Planchonella* spp.)

They are preferred in the production of racket blades where high speed is required. This tree is most commonly used on a racket blade designed for strong attacking players (URL9).

Poplar (*Populus* spp.)

It is more suitable for the core and outer layer in the racket blade. It shows similar characteristics to Ayous and linden trees (URL8; URL9).

Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Trautv. & C.A.Mey.)

It is used to achieve higher speed on the racket blade. Spruce layers provide a loud sound and a good feel when the ball is hit. However, when this wood layer gets too close to the surface where the racket rubber is attached, the ball's spin rate will be low because the sound and feel will be too strong. For this reason, it is stated that it is more appropriate to use the middle layers under the surface layer instead of the top layer of the racket blade. It is similar in feel to Cypress and Cedarwood (URL8; URL9).

Tung (*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw)

It is used as the core layer. The blade of this low-density tree is light and strong. It is used instead of balsa, paulownia, or linden wood in blade production (URL8; URL9).

Walnut (*Juglans* spp., *Lovoa trichilioides* Harms)

Walnut, a fast, hard, and expensive surface ply material, is dark wood. It blends well with a soft core layer. This type of wood is usually used as the top layer but is sometimes used as the middle layer. It has a hard but sharp feel (URL8; URL9).

Willow (*Salix* spp.)

It is a heavy wood that makes hard and fast balls easy to control. It is often used as an outer layer due to its damping effect. It reduces the power of an incoming ball has a hollow feel. It is suitable for the production of racket blades suitable for cutting and defensive playing style (URL8).

5. Racket Blade Production

Racket blade production requires experience and knowledge in table tennis as well as material knowledge and production experience. The wood and composite materials used in each layer of the racket blade, which is designed according to the needs, differ. The racket blade, which usually consists of 1-7 layers, is produced from solid wood or plywood composites. It is an important issue how to use wood and composite materials appropriately in the production of racket blades. The blade production process includes raw material selection, coating production, bonding, shaping, and surface treatments. The wood types and coating thicknesses used in the production of racket blades differ according to the racket's characteristics. The coatings are selected in the desired combination and number according to the table tennis playing styles and traditionally adhered on top of each other in the longitudinal and transverse directions. However, after the 2000s, new techniques have been developed in the production of racket blade by positioning the fiber direction of the outer and core layers parallel to each other and the racket handle, while the other layers are positioned to form an angle of 45° (Wang 2012; URL10). In order to add speed and stiffness to the racket blade, reinforcement materials such as carbon fiber, glass fiber, or compressed paper fiber can be used between the layers in accordance with the relevant regulation of the ITTF, with less than 0.35 mm or 7.5% of the total blade thickness (URL 5). In this context, mostly carbon fibers, aryl, aryl-carbon mixed, and glass fibers are used. Since carbon fibers have lower amplitude, they are used between layers of wood to improve the player's sense of proprioception during hitting the ball and add rigidity to the wood. It is emphasized that since carbon fiber has a higher vibration frequency than other fibers used, it reduces the time the ball stays on the blade during the stroke and therefore increases the attack power by reducing the striking arc of the player. Since the aryl fiber has a higher amplitude, it shortens the vibration damping time of the blade. Therefore, it provides a soft-hitting feeling to the player. This feature of the aryl fiber increases the characteristic of the racket blade to spin the ball, as it increases the contact time of the racket with the ball. Aryl-carbon fiber is produced by weaving two fibers with different properties together. Because the vibration frequency is between carbon fiber and aryl fiber, the ball stays in the racket longer than carbon fiber and gives the ball more spin than carbon fiber. However, since the damping time is shorter than that of carbon fiber, blades made of aryl-carbon fiber do not produce uncontrollable sensations such as scattering and uneven bouncing when hitting the ball. Aryl-carbon fiber can be used if it is desired to provide both hardness and softness to the racket blade. Glass fiber provides players with a soft hitting feel, similar to aryl fiber. Among the reinforcing fibers, glass fiber has the closest properties to natural timber. The physical properties of the wood material to be used in the production of the racket blade, the thickness of the coating, the weight of the plywood, and the reinforcement materials affect the character of the racket blade. For example, a heavy racket blade is faster than a light racket blade. Knowing the quality of the wood to be used in production, choosing the appropriate coating type, and knowing the thickness of the different coatings are important factors affecting the quality of the racket blade. Factors such as adhesive types, properties, amount of pressure required, temperature and time that affect the bonding process, and finishing processes are other factors that affect the quality of the racket blade. In addition, reinforcement materials such as carbon, glass, wood fiber used in blade production also affect the performance of the racket blades (Wang 2012; Sun et al. 2012; URL10).

The characteristics of the wood to be used in table tennis rackets, such as impact absorption energy, hardness, lightness, and elasticity, are considered. For the wood species used in the production of racket blades to give a good performance, it is recommended to prefer natural drying methods and carry out long-term drying processes. Racket blades are produced from logs using one of the sawing methods, cutting and peeling. There should be no veneer and plywood production defects, such as cracking and surface fluctuation. The bark of the logs is peeled and cooked with steam in steam ovens or boilers at temperatures and times appropriate for the tree type. Veneers are produced by sawing, cutting, or peeling. The dried veneers are adhered to each other under temperature and pressure with suitable adhesives, longitudinally and transversely. After the racket blades are cut on CNC machining benches, finishing processes are applied. The racket blades varnished according to

the relevant regulation of ITTF are made ready for use by determining the resonance feature and frequency from the quality control tests (URL11).

6. Results and Discussion

Table tennis emerged at the end of the 19th century and has changed over time depending on equipment development. The development of composites has contributed to the change and development of the structure of the table tennis racket. One piece of table tennis rackets began to be replaced by hybrid rackets consisting of two pieces (racket blade and racket rubber). Although a racket blade comprises a single layer, generally, wood composite racket blades comprised of 3 to 7 layers are more widely used and preferred by table tennis players. With the developments in table tennis, wooden composite racket blades are being changed and developed by the manufacturers to meet the players' needs. According to ITTF regulations, at least 85% of the racket blade thickness is made up of natural wood, but the wood surface can be flat, smooth, hard, and have a thin layer of varnish 0,1 mm thick. Reinforcing materials such as carbon fiber, glass fiber, or compressed paper fiber can be used in its production to add rigidity and speed to the racket blade. However, according to the relevant regulation, the layer of reinforcing material used should be less than 0.35 mm or 7,5% of the total blade thickness. The paddle blade can be triangle, square, circle, etc. can be of any shape, size, or weight. Commonly used racket blade sizes average 17 cm long and 15 cm wide. One of the important aspects that should be known in the properties of the material to be used in the production of table tennis racket blades is the impact absorption energy. It is understood that the production factors such as the number of layers, thickness, type of adhesive, type of reinforcement material of the plywood blades used in the production of racket blades affect the quality and performance. According to the literature review's information, the racket blade's ability and performance are affected by factors such as shape, weight, thickness, hardness, and impact absorption energy. It has been stated that the required features for the table tennis racket blade; spin (15%), control (25%), speed (25%), shape (10%), and racket handle (25%) (Arifin et al. 2017; URL5; Wang et al. 2012).

As a result, it has been seen that racket blade production has constantly been developing and changing from the beginning to the present. It is recommended to use long-term natural drying methods for tree species to give good performance. In recent years, reinforcement materials such as carbon fiber, glass fiber, and wood fiber have been used together with wood veneers to produce racket blades. It is emphasized that the number of scientific studies on the subject in the world is very limited. Therefore, it is important to conduct interdisciplinary studies on the development of the properties of wooden materials to be used in the production of racket blades. Turkey, which ranks 5th in the production of wood composite panels in the world, is one of the important producer countries (İstek et al. 2017). However, it has been determined that this production ability in racket blade manufacturing is very limited. It is important for Turkey to accelerate R&D and design studies in the production of racket blades. In addition, it is recommended to carry out studies on the suitability of endemic tree species growing in Turkey for racket blade production.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

References

- Amin, M. H. M., Arifin, A. M. T., Hassan, M. F., Haq, R. H. A., Rahman, M. N. A., Ismail, A. E., and Ismail, R. (2017, October). An evaluation of mechanical properties on kenaf natural fiber/polyester composite structures as table tennis blade. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 914, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Arifin, A. M. T., Hassan, M. F., Ismail, A. E., Rahim, M. Z., Ibrahim, M. R., Haq, R. A., .and Amin, M. H. M. (2017, August). Investigation on suitability of natural fibre as replacement material for table tennis blade. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 226, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.

- Bao, W., Xiao, Z., and Xie, Y. (2015). Effect of Chemical Modification of Wood Veneer on the Performance of Table-tennis Racket. *Journal of Northeast Forestry University*, 43(10), 92-96.
- Buragohain, M. K. (2017). *Composite structures: design, mechanics, analysis, manufacturing, and testing*. CRC press.
- Heaton, J. (2012). *Table Tennis: Skills, Techniques, Tactics*. Crowood.
- Iino, Y., and Kojima, T. (2016). Effect of the racket mass and the rate of strokes on kinematics and kinetics in the table tennis topspin backhand. *Journal of Sports Sciences*, 34(8), 721-729.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., and Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.
- Kawazoe, Y. (1992). Ball/racket impact and computer aided design of rackets. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 1, 9-18.
- Liu, W. (1996). Improvements in racket shape promote development and popularity of table tennis. *International Journal of Table Tennis Sciences*, No. 3, 145-149.
- Lu, X., He, Q., Yao, Y., Zhang, H., Lu, K., & Ju, Z. (2016). The study of the natural frequency and its impact factors of two types of international common wood for table tennis racket blade. *Journal of Forestry Engineering*, 1(1), 16-20.
- Manin, L., Poggi, M., and Havard, N. (2012a). Vibrations of table tennis racket composite wood blades: modeling and experiments. *Procedia Engineering*, 34, 694-699.
- Manin, L., Gabert, F., Poggi, M., and Havard, N. (2012b). Vibro-acoustic of table tennis rackets at ball impact: Influence of the blade plywood composition. *Procedia Engineering*, 34, 604-609.
- Manin, L., Poggi, M., Bertrand, C., and Havard, N. (2014). Vibro-acoustic of table tennis rackets. Influence of the plywood design parameters. Experimental and sensory analyses. *Procedia Engineering*, 72, 374-379.
- McAfee, R. (2009). *Table tennis: Steps to success*. Human Kinetics.
- Miyazawa, Y., Hadano, A., and Tanaka, K. (2020). Effects of Pimple Height of a Table Tennis Rubber on Ball Rebound Behavior. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* (Vol. 49, No. 1, p. 55).
- Rinaldi, R. G., Manin, L., Bonnard, C., Drillon, A., Lourenco, H., and Havard, N. (2016). Non linearity of the ball/rubber impact in table tennis: experiments and modeling. *Procedia engineering*, 147, 348-353.
- Russell, D. A. (2018). Acoustics of ping-pong: Vibroacoustic analysis of table tennis rackets and balls. *Journal of Sports Sciences*, 36(23), 2644-2652.
- Sun, W. M., Zhang, S. Q., and Hao, S. R. (2012). The Soleplate Materials and Performance of Table Tennis Bat with the Composite Properties of Materials in Material Engineering. In *Advanced Materials Research* (Vol. 583, pp. 232-235). Trans Tech Publications Ltd.
- Tiefenbacher, K., and Durey, A. (1994). The impact of the table tennis ball on the racket (backside coverings). *Int. J. Table Tennis Sci*, 2, 1-14.
- URL1 2022, <https://www.itf.com/history/documents/historyoftabletennis/>
- URL2 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Table_tennis
- URL3 2022, <https://www.allabouttabletennis.com/table-tennis-rubber.html>
- URL4 2022, <https://joolausa.com/a-guide-to-understanding-table-tennis-blades/>
- URL5 2022, https://equipments.itf.com/#/equipments/technical_leaflets
- URL6 2022, <https://blog.tabletennis11.com/table-tennis-racket-history-evolution>
- URL7 2022, <https://joolausa.com/a-guide-to-understanding-table-tennis-blades/>
- URL8 2022, <https://stervinou.net/ttbd/lexik.php>
- URL9 2022, <http://www.pofepa.gr/uploads/5/7/2/5/5725823/wood-types-and-materials-for-table-tennis-blades.pdf>
- URL10 2022, <https://www.yasaka.se/blade-production/>
- URL11 2022, <https://tabletennis-reviews.com/complete-table-tennis-blade-making-process/>
- Wang, J. L. (2012). Application of composite materials on sports equipments. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 155, pp. 903-906). Trans Tech Publications Ltd.
- Wang, Z. H., Yuan, R. J., and Fan, X. B. (2012). The Wood Composite Materials of Table Tennis Bat and Batting Techniques. In *Advanced Materials Research* (Vol. 583, pp. 49-52). Trans Tech Publications Ltd.

- Varenberg, M., and Varenberg, A. (2012). Table tennis rubber: tribological characterization. *Tribology Letters*, 47(1), 51-56.
- Yu, M. (2014). Comparative Analysis on Performance of Table Tennis Racket's Bottom of Different Materials. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 687, pp. 4248-4251). Trans Tech Publications Ltd.

Bartın Orman Fakóltesi Dergisi

Bartın Üniversitesi, Orman Fakóltesi , 74100, Bartın, Türkiye

Journal of Bartın Faculty of Forestry

Bartın University, Faculty of Forestry, 74100, Bartın-Turkey